MEDICINA PENTRU TOȚI
2

ELENA BARNEA

Echilibrul termic al organismului uman

(Microclimatul și sănătatea)



ȘTIINȚA PENTRU TOȚI
SERIA MEDICINĂ

Echilibrul termic al organismului uman

(Microclimatul și sănătatea)

ELENA BARNEA
Doctor în științe medicale



EDITURA MEDICALĂ
BUCUREȘTI, 1982

COLECȚIA „ȘTIINȚA PENTRU TOȚI"
apare sub egida
CONSILIULUI NAȚIONAL
PENTRU ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE

PREFAȚĂ

Conceptul de sănătate include nu numai lipsa de boală ci și starea de confort a organismului ca și o bună putere de adaptare la mediul înconjurător. Astfel definită sănătatea, este firesc ca în seria medicină a colecției „Știința pentru toți" să se dezbată prin această lucrare problemele echilibrului termic și ale termoadaptării organismului uman, a realizării confortului termic în locuință și locuri de muncă, a rolului microclimatului în promovarea sănătății omului.

În cadrul vast al relațiilor dintre om și mediul înconjurător, faptul că în limite destul de largi de variație a parametrilor termici ai ambianței, organismul uman reușește să-și mențină temperatura relativ constantă, la 37°C, este un aspect mai mult decît interesant. Fără această termoconstanță viața omului nu ar fi posibilă, deoarece prin ea se asigură menținerea temperaturii optime desfășurării proceselor vitale din țesuturi.

Organismul cedează permanent căldura în mediul înconjurător întrucît este un corp cald, ca urmare a proceselor metabolice. Dacă cedarea de căldură în mediu este prea rapidă sau îngreunată (din cauza ambianței prea reci sau prea calde) termoconstanța corpului poate fi alterată și organismul suferă pînă la boală și moarte.

Explicarea pe înțelesul tuturor a modalităților prin care corpul uman pierde căldură în mediul ambiant, cum își autoreglează temperatura la 37°C, cum se poate acționa conștient pentru a optimiza pierderea de căldură a organismului în mediu, care sînt valorile termice confortabile ale ambianței, cum pot fi ele modificate prin adaptare, constituie informații utile azi în special din punct de vedere practic.

Penuria, aproape mondială, de combustibil se repercută cu prioritate în reducerea încălzirii construcțiilor acolo unde se practică, inclusiv în țara noastră. Pentru a obține mai ușor acceptarea de către dumneavoastră a unor temperaturi ale aerului în încăperile de lucru sau de locuit, cu 2—3°C mai reduse decît cele obișnuite în trecut am considerat necesar să dăm explicații de tipul celor de mai sus enumerate, să lămurim că, din punct de vedere fiziologic și sanogenetic, aceste măsuri, în mod normal, nu dăunează omului.

Păstrînd exigența științifică, textul este însă scris pentru un public larg. Lucrarea este completată cu date asupra termoechilibrului corpului în cazul lucrului în ambianțe termice deosebite, specifice unor industrii, a muncilor în aer liber în sezonul de vară și iarnă și a altor circumstanțe în care microclimatul are caractere mai speciale.

Prin explicațiile ample și diverse exemplificări am căutat pe tot parcursul cărții, să răspund de fapt la întrebările de bază asupra uneia dintre problemele care preocupă omul din cele mai vechi timpuri: termoconstanța corpului uman, microclimatul și sănătatea. Din aceste motive o recomand cititorilor ca o lectură științifică instructivă și binevenită.

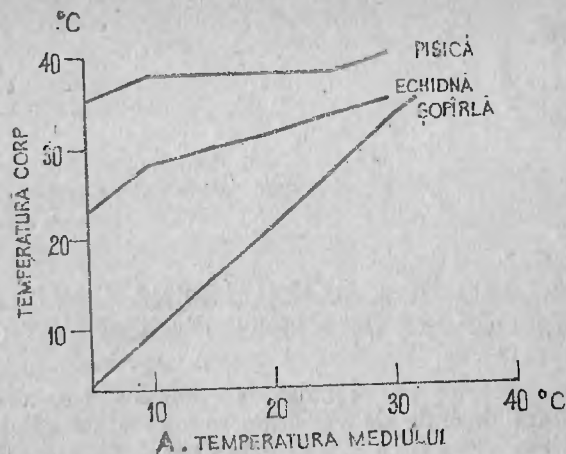
AUTOAREA

1. 3000 DE CALORII ELIMINĂ OMUL ÎN 24 DE ORE ÎN MEDIUL ÎNCONJURĂTOR

Spre deosebire de organismele poikiloterme, a căror temperatură depinde de variațiile termice ale mediului în care trăiesc, *o m u l*, ca și alte mamifere și, în general animalele cu sînge cald, *f i i n d h o m e o t e r m*, are o temperatură relativ constantă ; ea este considerată practic independentă de mediul termic înconjurător.

Pentru a-și menține constantă temperatura de 37°C, valoare care reprezintă temperatura normală a corpului omenesc, acesta trebuie să piardă permanent, în mediu, o cantitate de căldură echivalentă cu cea produsă din procesele metabolice în organism, în aceeași unitate de timp. Pentru ca această pierdere de căldură să se realizeze proporțional cu producerea de căldură, este necesar ca temperatura mediului să aibă anumite valori care pot varia de la optim pînă la limita critică inferioară sau superioară ; altcumva, fie că se accelerează prea mult pierderea de căldură ajungînd la *hipotermia* corpului, fie că se împiedică pierderea de căldură, producîndu-se *hipertermia*.

Deci, atunci cînd temperatura mediului prezintă variații excesive, proprietatea corpului uman de a-și menține temperatura constantă, este totuși învinsă. Limitele în care un ho-



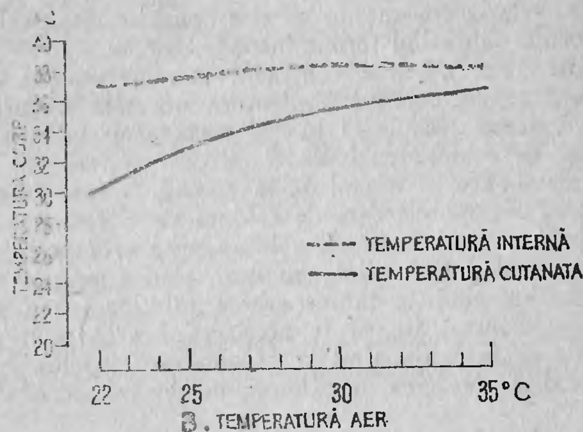


Fig. 1. — Relația dintre temperatura corporală și temperatura mediului : A) la diferite animale ; B) la om.

meoterm își menține temperatura constantă sînt mai mult sau mai puțin largi. Astfel, la *exohomeoterme*, animale a căror homeotermie este dată de o anumită constanță termică a ambianței, aceste limite sînt foarte restrînse. La om, ele sînt destul de largi întrucît, pe lîngă un sistem fiziologic de autotermoreglare foarte evoluat, omul, dispunînd de îmbrăcăminte, corectează mult influența ambianței termice. El poate să reziste, fără modificări semnificative ale temperaturii corpului, să-și desfășoare viața normală atît la pol cît și la ecuator, la o temperatură a aerului de la circa —40°C pînă la +45°C. După aceste caracteristici omul face parte din grupa *endohomeotermelor*, adică a adevăratelor homeoterme, a celor mai evoluate.

În general, corpul omenesc poate fi privit în mediul său ambiant ca o incluziune mai caldă, care cedează în jur din căldura sa. *Aproximativ 3 000 calorii într-un interval de 24 ore cedează corpul uman în ambianță.* Aceasta, așa cum s-a arătat, este o condiție a termoconstanței corpului uman, un procedeu de a menține o temperatură în jur de 37°C, optimă desfășurării proceselor vitale din țesuturile corpului.

Modalitățile prin care omul realizează pierderea de căldură în exterior sînt în parte *nespecifice*, comune tuturor corpurilor, inclusiv celor neînsuflețite ; totuși ele au și un caracter *specific*, grație căruia omul nu-și egalează temperatura cu cea a mediului, ci și-o menține constantă chiar în cazuri de variații termice relativ mari ale mediului.

Radiația, conducția, convecția și *evaporarea sînt modalități prin care în mod normal se pierd 95% din caloriile pe care omul le elimină.* Restul de 5% este eliminat prin modalități cu totul secundare, ca spre exemplu căldura utilizată la încălzirea aerului pe care îl inspirăm sau cea care reprezintă surplusul de căldură al excretelor fiziologice față de temperatura apei și a alimentelor la ingerare (Tabelul I.)

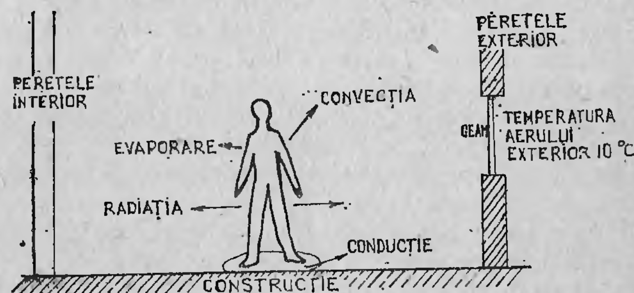


Fig. 2. — În jurul său omul dispersează căldură către aer, către suprafețele înconjurătoare și de sprijin sau de contact.

Tabelul I

Modalitățile prin care se realizează pierderile de căldură ale corpului uman

Modalitatea de pierdere a căldurii	Kcalorii pe 24 ore	%
Radiație, conducție, convecție	1 950	65
Evaporarea apei de pe piele, din plămîni și eliberarea CO_2	900	30
Încălzirea aerului inspirat	90	3
Urină și fecale (adică surplusul de căldură al acestor excrete față de alimente și apă)	60	2
Total pierderi zilnice de căldură	3 000	100

În condiții obișnuite de ambianță termică, mecanismul principal al pierderii căldurii corporale este radiația, urmată de evaporare, de conducție și de convecție. Ordinea menționată se poate schimba esențial în diferite condiții ca : frig puternic, căldură excesivă, umiditate ridicată, vînt cu viteze mari. Din descrierea acestor mecanisme se înțelege ușor cum crește sau scade importanța lor în funcție de ambianța termică și cum participă ele la menținerea constantă a temperaturii corpului.

1.1. Radiația

Obiectele cu temperaturi diferite fac schimb de căldură chiar dacă se află la distanță. Astfel, *prin radiație se transferă căldură între două obiecte, între care nu există un contact direct.* Natural, această modalitate este valabilă și pentru corpul uman în raport cu orice alt corp însuflețit sau *neînsuflețit.*

Față de o suprafață mai rece, corpul omului pierde căldură prin *radiație negativă*, iar dacă în apropiere se află o suprafață mai caldă decît suprafața corpului el va primi căldură prin *radiație pozitivă.*

Suprafața radiantă a corpului nu reprezintă toată suprafața pielii căci suprafețele suprapuse ca cele din axilă, fața internă a coapselor și a membrelor superioare nu cedează căldură prin radiație. În poziție verticală, suprafața radiantă atinge maximum 85% din întreaga suprafață a corpului. Dacă ne ghemuim și mărim contactul sau apropierea suprafețelor corporale, mărimea ariei radiante a corpului scade și mai mult ; acest fapt explică preferința pentru această poziție, atunci cînd omului îi este frig.

Pielea se comportă întocmai ca un corp negru ; conform unor legi fizice (legile lui Stephan-Boltzmann și Wien) intensitatea radiației calorice emise de corpul negru

este proporţională cu puterea a patra a temperaturii sale absolute şi există un maximum de emitere pentru fiecare temperatura. Ca atare, căldura dispersată de pe suprafaţa corpului variază pe diferite regiuni corporale în raport cu temperatura lor : în cazul sternului, de cca 35—36°C ; al frunţii, de 33—34°C ; al plantei, de 27—28°C ş.a.m.d. Aceste diferenţe se pot foarte bine înregistra sub forma unor imagini fototermografice.

Lungimea de undă a radiaţiilor calorice emise de organism este de 3—5 microni, în funcţie de temperatura corpului.

Cînd temperatura suprafeţelor din jur, spre exemplu a pereţilor şi mobilierului unei camere, este mai ridicată decît cea a corpului uman, acesta va primi radiaţii în funcţie de lungimea lor de undă, intensitatea şi unghiul de incidenţă cu care cad pe tegumente, de mărimea suprafeţei iradiate, de timpul de iradiere şi de alţi factori. Pielea comportîndu-se ca un corp negru se supune şi legilor lui Prevost şi Kirchhoff după care puterea de absorbţie a unei suprafeţe este proporţională cu puterea ei de emitere, iar corpurile negre au o putere de absorbţie maximă (egală cu unitatea) ; celelalte, care nu sînt negre, au o putere de absorbţie subunitară.

În privinţa relaţiei dintre lungimea de undă a radiaţiilor şi pătrunderea lor în tegumente, se cunoaşte că radiaţiile calorice cu lungime de undă mică pătrund mai profund în tegumente decît cele cu lungime de undă mare şi produc încălzire mai puternică. Astfel, radiaţiile cu lungimi de undă de 1,3 microni pătrund cîţiva centimetri în ţesuturi sub piele, iar cele de 17 microni, ajung numai în straturile superficiale ale pielii.

Factorul principal care influenţează schimbul de căldură prin radiaţie, între două corpuri, este mărimea diferenţei de temperatură între ele. Temperatura aerului care se interpune între cele două corpuri nu influenţează schimbul

de căldură prin radiaţie. Cedarea căldurii prin radiaţie poate fi uşor diminuată de o umiditate crescută a aerului, deoarece vaporii de apă absorb o mică parte din radiaţiile calorice, pe care ulterior, le cedează obiectelor din jur, tot prin radiaţie.

1.2. Conducţia

Conducţia ca modalitate de pierdere a căldurii corpului uman se referă la *transferul de căldură de la acesta la orice substanţă sau corp mai rece cu care vine în contact direct.* Aşa, spre exemplu, se pierde căldură faţă de aerul şi îmbrăcămintea care ia contact cu pielea, alimentele şi apa care ajung în căile digestive, podeaua pe care se calcă, obiectele care se ating cu mîna etc. Evident, transferul de căldură prin conducţie se face numai atunci cînd există o diferenţă de temperatură între corpurile care ajung în contact. Deplasarea energiei termice se face de la corpul cu temperatură mai ridicată la cel cu temperatură mai scăzută. Astfel, dacă punem mîna pe o sobă caldă, nu mai pierdem, ci primim căldură prin conducţie.

În mod practic, în condiţii obişnuite de ambianţă, sînt puţine situaţiile în care omul vine în contact cu corpurile calde, încît conducţia ca şi radiaţia, în schimbul termic dintre organism şi mediu, sînt mai mult modalităţi de pierdere decît de primire a căldurii.

În orice caz, ele interesează în special ca modalităţi de pierdere de căldură, această cedare de căldură a corpului uman în mediul ambiant este un factor foarte important pentru menţinerea constantă a temperaturii corpului. *Pierderea de căldură prin conducţie este cu atît mai mare cu cît diferenţa de temperatură dintre cele două corpuri este mai ridicată şi cu cît conductibilitatea lor termică este mai mare.*

În raport cu corpul uman, conductibilitatea apei este mai mică, în raport cu cea a aerului, este însă mai mare.

Ca atare, pielea umedă este bună conducătoare de căldură iar cea uscată este rea conducătoare de căldură. Din același motiv aerul umed are o conductibilitate termică mai mare decît cel uscat.

Referindu-se la pierderea de căldură de la piele către aer, reiese că factorul de umiditate influențează dispersia de căldură. În general, pierderea de căldură de la piele către aer este foarte scăzută. Cînd intervin însă curenții de aer, crește importanța conducției ca modalitate de cedare a căldurii, în special la nivelul suprafețelor corporale neacoperite de îmbrăcăminte. Aerul cald este înlocuit de un aer rece, iar această diferență de temperatură activează mecanismul de conducție. Deci, toate cele trei proprietăți ale aerului — temperatura, umiditatea și mișcarea sa — influențează conducția dintre piele și atmosferă.

Conducția față de diferite corpuri ca : încălțăminte, podea, trotuarul străzii, depinde de asemenea nu numai de temperatura acestora ci și de umiditatea lor. Oricine știe că ploaia sau zăpada răcesc puternic talpa piciorului, iar că încălțămintea umedă este mult mai friguroasă decît cea uscată.

Pierderea de căldură prin conducție este net resimțită, mai ales cînd se produce accelerat. Spre exemplu : să luăm într-o mînă o bucată de fier și în cealaltă una de lemn, ambele la temperatura de 10° C ; în cazul bucății de fier vom avea o senzație mult mai rece, deoarece fierul are conductibilitatea termică mai mare decît lemnul. În viața practică ne confruntăm adeseori cu situații similare, cînd deschidem un geam cu rama de fier, cînd luăm în mînă mînerul de metal al unui obiect, ș.a.m.d.

Situațiile prin care se pierde căldura prin conducție, în afara celei către aer și alimente, sînt însă rare. Pierderea de căldură poate fi accelerată de diverși factori auxiliari ca, spre exemplu, de curenții de aer sau de temperatura foarte scăzută a alimentelor ingerate.

1.3. Convecția

Un corp ce atinge o temperatură mai ridicată decît a aerului, inclusiv corpul uman (care este un corp cald) *pierde la suprafața sa căldură convecțională* datorită circulației moleculelor de aer cu care vine în contact. Gazul ce vine în contact cu corpul cald primește direct de la acesta căldură (prin conducție) ; o dată încălzit, conform unor legi fizice, densitatea sa scade. Prin scăderea densității, gazul devine mai ușor și ca atare se deplasează în sus, fiind înlocuit de aer mai rece, respectiv mai dens. Această mișcare a moleculelor de gaz prin simpla modificare a densității lui, fără să intervină o forță mecanică, se cunoaște sub denumirea de convecție, de unde și pierderea de cădură convecțională.

Convecția ajută la dispersia căldurii de la suprafața corpului cald, în funcție de o serie de proprietăți ale aerului. Pentru ca pierderea de căldură prin acest mecanism să se producă, este necesar ca temperatura aerului să aibă valori mai mici decît ale temperaturii suprafeței corpului, adică a pielii, care este în medie mai scăzută cu 2—3°C decît temperatura din axilă. Cînd temperatura aerului are aceleași valori, pierderea nu se mai produce iar dacă aerul este mai cald decît corpul, în loc să piardă, corpul începe să cîștige căldură. Mișcarea aerului influențează de asemenea pierderea de căldură a organismului prin convecție în sensul că o crește, cu condiția ca aerul să nu aibă temperatura mai mare decît cea a tegumentelor. Între viteza curenților de aer (cu temperaturi sub temperatura pielii) și intensitatea pierderii de căldură prin convecție, există o

relaţie strînsă. Pînă la viteze foarte mari, de 26 m/s, pierderea de căldură creşte cu pătratul vitezei curenţilor de aer.

Un alt factor care influenţează pierderea de căldură prin convecţie este umiditatea aerului ; faţă de viteza curenţilor, această influenţă este însă mult mai redusă şi practic neglijată.

1.4. Evaporarea

Deoarece pielea şi mucoasele respiratorii sînt totdeauna umede, evaporarea constituie un mecanism de bază în pierderea căldurii de către corpul uman. Aceasta se înţelege uşor dacă luăm în consideraţie că un gram de apă pentru a trece din stare lichidă în stare gazoasă consumă 0,58 Kcal la temperatura de 37° C.

La temperatura aerului de 20° C, omul nu transpiră propriu-zis; totuşi, din cauza evaporării lichidului fiziologic ce umidifică pielea şi mucoasele, se pierde circa 32% din totalul căldurii cedate de către organism mediului înconjurător (18% la nivelul tegumentelor şi 14% la nivelul mucoaselor ce căptuşesc căile respiratorii).

Sub 25° C temperatură a aerului, nu apare o transpiraţie vizibilă, dacă nu se efectuează vreun efort fizic. Evaporarea la nivelul tegumentelor se realizează pe baza umidităţii normale, aşa zisa *perspiraţie insensibilă*, care este de aproximativ 50 ml/oră. Majoritatea oamenilor încep să transpire de la 28—29° C ; în acest caz, pierderea de căldură prin evaporare se intensifică substanţial. Dacă se mai adaugă şi efortul fizic, iar aerul este destul de uscat ca să poată primi vaporii de apă, se poate atinge o viteză de evaporare a transpiraţiei de 1 000—1 500 ml/oră.

Evaporarea, ca mecanism al pierderii de căldură, este accentuată prin creşterea temperaturii aerului şi prin curenţii de aer. Un aer uscat ajută evaporarea transpiraţiei în timp ce creşterea umidităţii atmosferei este defavorabilă procesului respectiv, Cînd aerul este saturat sută la sută cu vapori de apă evaporarea nu mai este posibilă, indiferent de temperatura aerului sau de intensitatea curenţilor de aer.

Din aceste motive, într-un aer prea umed nu ne simţim confortabil, ne supraîncălzim repede, chiar dacă temperatura nu este foarte ridicată. În schimb, într-un aer uscat rezistăm şi la + 35° C ; după experienţele unor fiziologi, omul ar putea sta foarte scurt timp chiar şi la + 130° C, cu condiţia ca aerul să fie total lipsit de vapori. În acest caz, mecanismul pierderii de căldură se rezumă numai la evaporarea transpiraţiei. Apa pierdută prin transpiraţie este înlocuită de o ingestie mai mare de apă şi astfel organismul poate face faţă, momentan.

Transpiraţia reprezintă deci un mecanism de menţinere a temperaturii corpului cu valoare de prim rang, într-o ambianţă caldă, în care celelalte modalităţi de pierdere a căldurii sînt îngreunate sau total anihilate.

Dar, aşa cum s-a menţionat, pierderea de căldură la suprafaţa corpului, prin mecanismul evaporării, este permanent prezentă ; e drept, într-o măsură mai mică decît în cazul apariţiei transpiraţiei, care reprezintă, de fapt, doar intensificarea unui proces normal. Chiar în absenţa din piele a glandelor sudoripare, anomalie congenitală întîlnită la unele persoane, s-a constatat o pierdere de cca 450 calorii zilnic, pe baza evaporării de la nivelul tegumentelor. Pielea este umezită în absenţa sau în lipsa funcţionării glandelor sudoripare de către lichidele extravazate din capilarele sanguine subcutanate, lichide care ajung în straturile cele mai superficiale ale pielii şi îi conferă umiditatea normală.

Cu toate acestea, lipsa glandelor sudoripare sau a funcționării lor, este un pericol real în condițiile supraîncălzirii. La animalele la care glandele sudoripare sînt puține, spre exemplu la cîine, intensificarea evaporării se obține, totuși, dar la nivelul căilor respiratorii, prin creșterea frecvenței mișcărilor respiratorii (hiperpnee). Prin acest mecanism, concomitent cu creșterea evaporării apei, crește și *eliberarea de bioxid de carbon din plămîni, eliberare care se face cu un consum de căldură* (reacție exotermă). Și la om, în zilele călduroase, mai ales cînd se adaugă și efortul fizic, pierderea de căldură la nivelul plămînului, prin aceste mecanisme, este evident îmbunătățită.

În concluzie, organismul omului dispune într-un grad evoluat de mecanismele pierderii de căldură prin evaporare și prin alte reacții exoterme ; astfel, corpul poate să-și mențină constantă temperatura sa, chiar dacă pierderea de căldură prin celelalte modalități este defectuoasă.

2. CUM REUȘEȘTE ORGANISMUL UMAN SĂ-ȘI REGLEZE TEMPERATURA ?

Deși *omul* produce și pierde căldură în mod permanent, reușește totuși să-și mențină constantă temperatura corpului, întrucît *dispune de o funcție complexă de termoreglare* care, am putea spune că face concurență celui mai perfect mecanism termostatic. Prin această funcție, organismul se opune diferiților factori interni și externi care au tendința de a modifica temperatura corpului.

Un mare complex de reacții reflexe funcționează permanent pentru a menține *termoconstanța corpului uman* și în general a animalelor homeoterme. În funcție de variațiile termice din exterior, în mod schematic aceste reacții constau fie în modificarea combustiei interne, adică a producției de căldură, fie în reglarea pierderii de căldură prin mecanismele fizice descrise în capitolul I (radiație, conducție, convecție și evaporare). Reglarea temperaturii corpului prin modificarea producției de căldură poartă numele de *termoreglare chimică*, iar reglarea prin intervenția mecanismelor fizice se numește *termoreglare fizică*.

La frig, reglarea pierderii de căldură se face predominant chimic, iar la cald predominant fizic. Desigur *atunci*

cînd predomină o formă sau alta de termoreglare, cealaltă nu se exclude de regulă, ci acționează și ea auxiliar. Spre exemplu, în timpul expunerii la frig crește producția de căldură ca mecanism principal, iar ca mecanism secundar scade pierderea de căldură. La temperatură ambiantă caldă, reacțiile sînt inverse.

Temperatura ambiantă cea mai ridicată sau cea mai scăzută la care un homeoterm poate să-și mențină temperatura corporală constantă, uzînd de propriile procedee de termoreglare, constituie, așa cum s-a menționat și anterior, *temperatura critică:* superioară sau inferioară. Între aceste temperaturi există un spațiu în care prin termoreglarea fizică și chimică corpul își menține temperatura practic constantă, spațiu ce a primit denumirea în fiziologie de *cîmp de acomodare al homeotermiei.* Dincolo de temperatura critică superioară se intră în hipertermie (temperatura corpului crește), iar depășirea temperaturii critice inferioare duce la hipotermia corpului (vezi fig. 3).

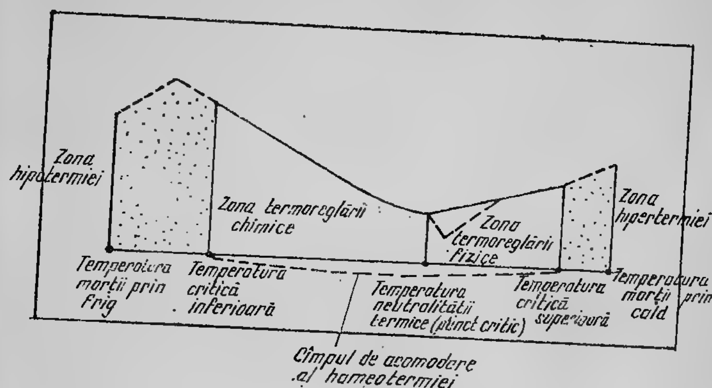


Fig. 3. — Circumstanțele posibile ale relației organismului cu ambianța termică.

Mecanismele cu care organismul jonglează în cîmpul de acomodare al homeotermiei, astfel ca temperatura sa să nu depășească variațiile fiziologice normale, adică practic să fie constantă, depind de faptul dacă ne găsim în zona de termoreglare predominant chimică sau predominant fizică, respectiv dacă mediul ambiant este rece sau cald.

Excitantul de bază care declanșează reacțiile de termoreglare specifice este frigul sau căldura. În piele se găsesc termoreceptori specializați pentru perceperea fie a frigului (organele terminale Krause) fie a căldurii (organele terminale Rufini). Termoreceptori similari se găsesc și în mucoasele căilor respiratorii. Prin stimularea acestor receptori de către temperatura aerului se transmit impulsuri la centrii termoreglatori situați în creier, respectiv în *hipotalamus* (porțiunea din diencefal care reglează producerea și pierderea de căldură în raport de variațiile termice ale mediului).

În afara acestui *mecanism periferic,* neuronii hipotalamusului mai sînt puși în funcțiune în scopul termoreglării și printr-un alt *mecanism central,* și anume prin excitarea produsă de micile variații ale temperaturii sîngelui care îi irigă.

Mecanismul periferic reprezintă fundamentul reglării la expunerea la cald sau la frig, în repaus. Mecanismul central intervine în special în timpul activității fizice cînd, datorită efortului, se intensifică formarea de căldură în mușchi și se produc modificări ale temperaturii profunde (inclusiv ale sîngelui); aceste modificări sînt semnalate celulelor din hipotalamus, direct, prin circulația sîngelui.

În urma integrării acestor categorii de informații, hipotalamusul menține echilibrul termic prin influența sa asupra neuronilor somatici și viscerali ai creierului și măduvei spinării, care transmit stimuli la diverse organe (piele, mușchi, viscere etc.), pentru o reacție adecvată termoreglă-

rii. Deci hipotalamusul primeşte informaţii, le analizează şi răspunde adecvat, acţionîndu-se astfel după un mecanism tipic de „feed back“, sau retroacţiune (fig. 4).

Hipotalamusul are o parte *anterioară* care reglează pierderea de căldură, răspunzînd în special de protecţia faţă de mediile calde şi o parte *posterioară* care reglează producerea şi conservarea căldurii, adică mecanismele ce asigură rezistenţa organismului la frig.

Centrii termoreglatori din hipotalamus se află la rîndul lor sub *controlul scoarţei cerebrale.* De la scoarţă pot porni impulsuri care modifică ele singure producţia de căldură a organismului. Uneori aceste impulsuri pot fi mai puternice decît cele pornite de la termoreceptorii din tegumente şi mucoase dominîndu-le, sau chiar anihilîndu-le.

La reglarea temperaturii corpului participă indiscutabil şi *glandele endocrine.* Astfel, este bine cunoscută acţiunea calorigenă a secreţiilor *glandelor tiroidă şi suprarenală,* glande dirijate de către *hipofiză,* care are conexiuni cu hipotalamusul. Paralel cu scăderea temperaturii mediului creşte secreţia acestor hormoni, ceea ce contribuie la rezistenţa organismului la frig. În schimb, în cazul că organismul este supus acţiunii unei ambianţe calde, este stimulată secreţia *hormonului antidiuretic* din *sistemul hipotalamo-hipofizar* şi *aldosteronului din corticosuprarenală.* Aceştia intervin în reţinerea apei şi sodiului în organism, astfel ca prin transpiraţia care apare să nu se producă un dezechilibru hidromineral în organism, cu consecinţe nefaste.

În hipotalamus se află *centrii foamei şi setei, care participă şi ei indirect la termoreglare.* Astfel, în expunerea la frig se intensifică senzaţia de foame şi ca atare se măreşte ingerarea de alimente, ce susţine formarea de calorii. Invers, în expunerea la cald apetitul este diminuat, dar se intensifică senzaţia de sete ceea ce ajută la scăderea producţiei de căldură şi combaterea deshidratării.

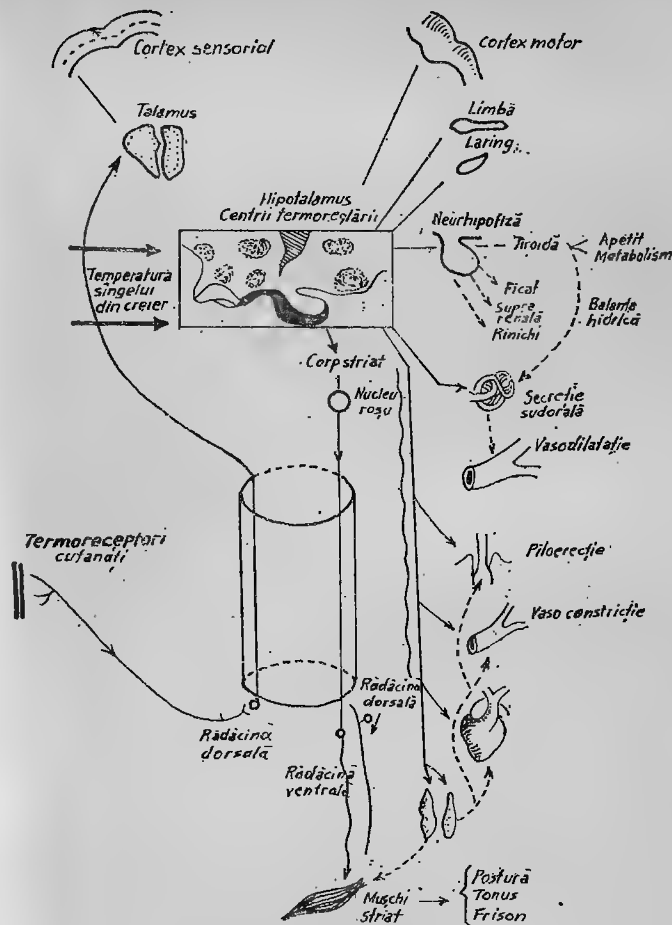


Fig. 4. — Conexiunile aferente şi eferente ale centrilor termoreglatori hipotalamici (sistem de feed-back).

Reglarea temperaturii prin aceste mecanisme este o dovadă de perfecţiune a funcţionării unui complex neuroendocrin foarte evoluat. Dealtfel, la mamifere, cu homeotermia aproape perfectă, nou-născutul este poikiloterm, pînă ce atinge un anumit grad de dezvoltare.

Aşa cum s-a mai spus, în mod practic termoreglarea la frig este deosebită de termoreglarea la cald. În continuare expunem cîteva amănunte ce vor lămuri exact aceste reacţii.

2.1. Termoreglarea în condiţii de ambianţă rece

Cel mai important mecanism de luptă pentru păstrarea termoconstanţei corpului, în condiţii de frig, îl constituie *creşterea cantităţii de căldură produsă în organism prin intensificarea arderilor metabolice.* În repaus, sediul principal al acestor reacţii generatoare de căldură sînt organele viscerale toraco-abdominale şi creierul. Ficatul singur produce 20% din căldura corpului. În efortul fizic, termoproducţia este asigurată în special de muşchii corpului. Aşa cum se arată în fig. 5, există un nucleu central şi o zonă periferică a producerii de căldură; raportul între ponderea cu care ele participă la termoproducţie se schimbă, deci, după cum organismul este în repaus sau efort. Prin efortul fizic producerea de căldură poate creşte de 15—20 de ori.

Deoarece activitatea muşchilor este o bună sursă de căldură, la frig apar adeseori frisoanele; ele sînt contracţii involuntare ale muşchilor striaţi, produse în scopul de a se mări producţia de căldură a organismului ameninţat să se răcească ca urmare a unei dispersii termice crescute. De asemenea, oricine a observat că atunci cînd îi este frig, pielea sa se încreţeşte, ia aspectul de „piele de găină". Şi în

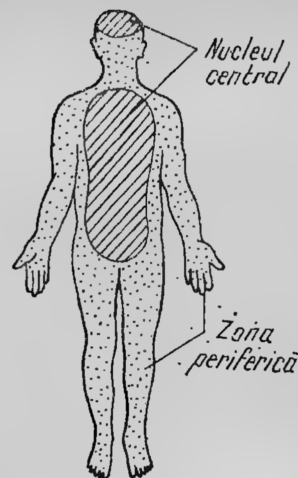


Fig. 5. — Topografia formării de căldură în corpul omenesc: nucleul central şi zona periferică de producere a căldurii.

acest caz este vorba de un mecanism de creştere a termoproducţiei prin intrarea în activitate (contracţie) a musculaturii netede a pielii.

Creşterea metabolismului mai poate fi stimulată de ingerarea alimentelor, în special a celor cu acţiune dinamică specifică mare, cum sînt proteinele. Alimentaţia bogată în proteine explică, în bună parte, termoconstanţa corporală la mamiferele carnivore, pe vremea geroasă a iernii, sau în unele ţinuturi cu zăpezi veşnice. Şi la om, în sezonul rece, alimentaţia bogată în proteine este un auxiliar important în termoreglarea chimică.

Aşa cum se observă din fig. 3, puterea termogenetică a organismului, adică de producere a căldurii, depăşeşte uşor temperatura critică inferioară. Aceasta înseamnă că organismul, chiar după ce intră în hipotermie, tot mai continuă să lupte, o anumită perioadă, prin hiperproducţia de căldură. Puterea termogenetică nu este însă inepuizabilă şi în ultimă instanţă ea scade în mod accentuat, pe măsura apropierii de temperatura ce produce moartea prin frig.

Mai menţionăm în fig. 3, *punctul critic* care reprezintă temperatura mediului la care se produce cea mai scăzută termoproducţie. Termoproducţia în acest caz corespunde metabolismului bazal, adică a metabolismului pe nemîncate, în repaus complet. Punctul critic reprezintă o temperatură de neutralitate termică în condiţiile sus menţionate ; ea nu poate fi însă o temperatură optimă în viaţa de toate zilele, întrucît condiţiile normale de trai şi activitate sînt diferite de cele ale metabolismului bazal (repaus la pat, alimentaţie suspendată).

În mod practic nu se uzează de noţiunea de punct de neutralitate termică, ci de o *zonă de neutralitate termică* care cuprinde o gamă mai largă de temperaturi, variabile în funcţie de diferiţi factori. În ultimul capitol, care tratează despre noţiunea de neutralitate termică, ca stare specifică confortului termic, ce indică absenţa unor solicitări evidente în menţinerea temperaturii corpului, se va reveni asupra acestor aspecte.

Termoreglarea chimică se desfăşoară în spaţiul dintre temperatura critică inferioară şi temperatura punctului critic (vezi fig. 3). Deci, în toată această zonă, producerea de căldură reprezintă modalitatea de bază a termoreglării. Orice metodă de a stimula termoproducţia, ca spre exemplu efortul fizic, prelungeşte mult limita temperaturii critice inferioare şi uşurează în general termoreglarea la frig. *Secreţia calorigenă a glandelor tiroidă şi suprarenală are un rol deosebit în termoreglarea chimică.* Dacă aceste glande au o hipofuncţie patologică, cum se întîmplă în unele boli, rezistenţa organismului la frig este mult mai scăzută.

Cu toată importanţa termoreglării chimice nu trebuie deloc neglijat faptul că într-o ambianţă rece, organismul mai luptă pentru menţinerea temperaturii sale şi prin *mecanisme fizice*. Aceste mecanisme se referă la *diminuarea* pe cît posibil, a *pierderilor de căldură* solicitate de mediu. Paloarea pielii observată la frig este, spre exemplu, urmarea unei *vasoconstricţii reflexe*, mecanism prin care se reduce mult pierderea de căldură la nivelul suprafeţei corpului. Pielea palidă este în primul rînd mai rece, ori, în acest fel ea va iradia mai puţină căldură. Vasoconstricţia reduce şi transsudatul ce realizează umiditatea normală a pielii, deci diminuează şi pierderea de căldură prin evaporare. Prin vasoconstricţia de la suprafaţa corpului se ajută de fapt nu numai termoreglarea fizică ci şi cea chimică. Masa circulantă a sîngelui din tegumente se reduce, dar creşte în organele interne şi în muşchi, participînd — cu oxigenul pe care îl transportă — la susţinerea proceselor metabolice intensificate.

Vasoconstricţia nu este însă singurul mecanism de redistribuire a apei din organism, la frig. Investigaţii cu metode speciale au arătat că în timpul expunerii la temperaturi joase se produce *concentrarea sîngelui*, apa trecînd în ţesuturile organelor. Alături de reducerea aportului de sînge, şi hemoconcentraţia micşorează pierderea de căldură prin scăderea conductibilităţii pielii şi a transsudatului sanguin tegumentar expus evaporării.

Pielea şi ţesutul subcutanat, cu sînge mai redus decît în mod normal, joacă rolul unui material izolant asemănător plutei. Întrucît la femei stratul subcutanat este mai gros decît la bărbaţi, ca urmare a depunerii grăsimii, ele reuşesc să piardă la frig mai puţină căldură decît bărbaţii.

Bărbații au însă o termoproducție mai ridicată și aceasta explică, se pare, rezistența lor mai mare la frig.

Reducerea suprafeței de iradiere a căldurii prin ghemuirea *corpului* este o altă metodă de rezistență la frig. Ea se utilizează mai rar de către om, dar animalele o utilizează frecvent. Păsările își bagă în acest scop capul sub aripă, mamiferele își strîng sau își încolăcesc corpul.

Prin îmbinarea metodelor amintite, organismul omului, care mai beneficiază și de protecția îmbrăcăminții, reușește să-și mențină destul de constantă temperatura corpului, la temperaturi ambientale reci și umede. Temperatura critică inferioară este greu de stabilit, întrucît unii oameni sînt obișnuiți să trăiască la pol, iar alții rezistă cu greu chiar la excesele termice ale iernilor obișnuite. Cert este însă că *omul este mai rezistent la hipotermie decît la hipertermie.* Totuși, la o temperatură internă de 23,9°C mecanismul de reglare a temperaturii corpului încetează orice luptă și corpul începe să piardă căldură ca orice alt corp fără viață (pînă își egalizează temperatura cu cea a mediului).

2.2. Termoreglarea în condițiile ambianței calde

Reamintim că principiul homeotermiei constă în faptul că pierderea de căldură trebuie să fie egalată de producerea de căldură și invers. Cum într-un mediu cald pierderea de căldură a corpului nu este prea mult solicitată, s-ar putea crede că organismul, pentru a nu se supraîncălzi, poate reacționa simplu, scăzînd producerea de căldură. Dar, așa cum s-a arătat în figura 3, termoproducția nu poate scădea sub metabolismul bazal (ceea ce corespunde temperaturii punctului critic). În acest caz organismului nu-i mai rămîne decît să-și *intensifice modalitățile* sale obișnuite *de pierdere a căldurii,* reușind astfel să-și păstreze termoconstanța pînă la temperatura critică superioară, după care intră în hipertermie. Zona dintre temperatura punctului critic și temperatura critică superioară este zona *termoreglării fizice,* bazată pe termoliză (vezi figura 3).

Pentru ca termoliza să se producă, organismul uzează după caracteristicile ambianței termice, de toate sau numai de unul din mecanismele sale fizice de a dispersa căldură.

La începutul creșterii temperaturii mediului, termoliza se poate face prin toate cele 4 modalități obișnuite, — radiație, convecție, conducție, evaporare — bineînțeles intensificate.

Cu cît diferența dintre temperatura tegumentelor și temperatura aerului sau a suprafețelor înconjurătoare sau de contact este mai mare, cu atît este mai intensă și pierderea de căldură prin conducție, convecție și radiație; de aceea, organismul caută să mărească această diferență prin *creșterea temperaturii la suprafața diferitelor segmente corporale.* Astfel, s-a constatat că în cadrul zonei de termoreglare fizică, înaintea apariției transpirației vizibile, pentru fiecare grad în plus peste temperatura de confort a aerului, temperatura frunții crește cu circa 0,11°C, a palmei cu 0,42°C, a piciorului cu 0,73°C. Proporțional se intensifică și pierderea de căldură, fiind de la sine înțeles că segmentele corporale la nivelul cărora crește cel mai intens temperatura, participă cel mai mult la termoreglarea prin termoliză. Respectiv, în cazul omului, extremitățile și în special cele inferioare au acest rol (fig. 6).

Organismul are foarte bine pus la punct acest mecanism de creștere a temperaturii tegumentelor la cald, ca mijloc de intensificare a dispersiei de căldură. Astfel, creș-

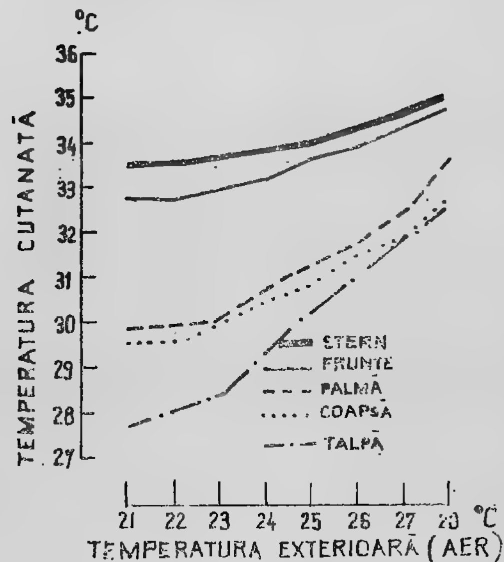


Fig. 6. — Creşterea temperaturii cutanate în diferite zone corporale, în funcţie de temperatura aerului.

terea temperaturii tegumentelor sub influenţa creşterii temperaturii aerului, înainte de depăşirea zonei de confort termic este mult mai neînsemnată, decît după intervenţia stressului prin căldură. Spre exemplu, la o temperatură a aerului între 16 şi 20°C temperatura tegumentelor creşte în medie cu 1,2°C, cel mult 1,5°C ; pe acelaşi interval de oscilaţie termică a aerului, situat între 22°C şi 26°C, creş-

terea medie a temperaturii tegumentelor este în jur de 3°C.

Creşterea temperaturii tegumentelor se realizează printr-o serie de mecanisme. Ea depinde, spre exemplu, de intensitatea conducţiei căldurii din profunzime prin ţesuturile care se interpun pînă la piele. Cel mai important mecanism fiziologic în ridicarea temperaturii pielii constă însă în faptul că la cald vasele cutanate se dilată şi o bună parte din sîngele organelor interne profunde ajunge la nivelul suprafeţei corpului. Concomitent creşte volumul sîngelui din întreg corpul prin trecerea în vase a lichidelor interstiţiale din ţesuturile diferitelor organe, încît va creşte şi prin acest mod cantitatea de sînge din piele şi din ţesutul subcutanat. Pe baza acestor reacţii, ridicîndu-se temperatura pielii şi crescînd conductanţa ei termică, se sporeşte pierderea de căldură prin radiaţie, conducţie, convecţie.

Cantitatea de sînge care circulă prin piele creşte o dată cu ridicarea temperaturii ambiante. La temperatura aerului în jur de 33°C se ajunge ca sîngele circulant din piele să reprezinte circa 15% din debitul cardiac, ceea ce este mult în comparaţie cu situaţia normală. La nivelul tegumentelor, temperatura sîngelui scade, şi astfel se dispersează o mare cantitate de căldură adusă permanent din părţile mai profunde spre exterior, prin circulaţia sanguină (apa din sînge, care reprezintă aproximativ 80% din volumul său, are o mare capacitate de a absorbi şi transporta căldură).

Pierderea de căldură prin evaporare este de asemenea stimulată de către creşterea aportului de sînge în tegumente şi scăderea vîscozităţii sîngelui ca urmare a diluării sale ; acestea sînt situaţii prielnice formării sudorii.

Pe măsura creşterii temperaturii ambiante pierderea de căldură prin sudoare devine predominantă faţă de celelalte modalităţi de termoliză, dintre care unele pot înceta (fig. 7).

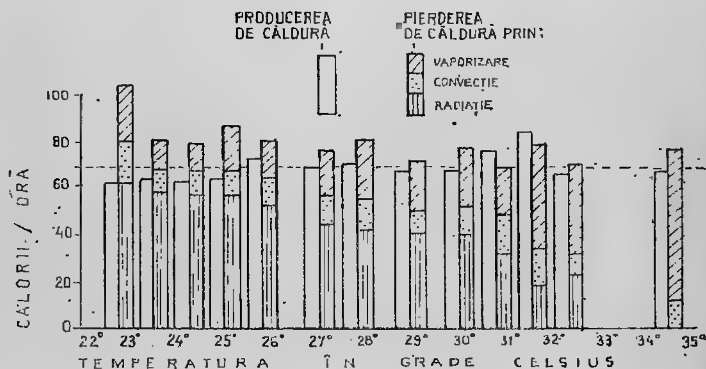


Fig. 7. — Modificarea producerii şi pierderii de căldură la omul dezbrăcat, în funcţie de variaţiile temperaturii ambiante.

Omul dispune de aproximativ 2 milioane de glande sudoripare care pot să intre în acţiune la ridicarea importantă a temperaturii mediului. Secreţia sudorală nu este o reacţie datorată stimulării termice directe a glandelor sudoripare. Ea apare ca urmare a mecanismului reflex periferic de termoreglare şi în special a celui central, deci ca răspuns la excitarea centrilor nervoşi din hipotalamusul anterior, prin ridicarea temperaturii sîngelui atunci cînd începe să crească uşor şi temperatura corpului.

La un om foarte uşor îmbrăcat, în repaus, transpiraţia vizibilă poate să nu apară pînă la 29—30°C temperatură aer. Debitul secreţiei sudorale creşte însă intens la temperaturi ambientale peste 33—35°C. Cu cît un om este mai

neadaptat la cald, cu atît transpiră mai mult, ajungînd să piardă pe oră un litru de sudoare şi chiar mai mult. Dar, transpiraţia care nu reuşeşte să se evapore, ci se prelinge în picături de pe piele, nu mai este eficientă termoreglării.

Deci *posibilitatea evaporării transpiraţiei în mediul ambiant constituie o condiţie de bază a eficienţei termoreglării fizice.* Secreţia sudorală se declanşează în mod reflex, indiferent dacă transpiraţia se evaporă sau nu. Efortul fizic, în special la persoane neantrenate şi îmbrăcămintea neadecvată (groasă sau compactă), fac ca transpiraţia să apară mai repede şi mai abundentă. Muncitorii neantrenaţi la medii calde în timp ce prestează activităţi fizice grele, la furnale spre exemplu, consumă pentru evaporarea transpiraţiei, în jur de 7000 Kcal în timpul celor 8 ore de lucru. Ori, organismul uman pierde în medie, în condiţii normale de efort şi de temperatură, 3000—3500 Kcal/24 ore. Toată cantitatea de căldură poate fi eliminată numai prin transpiraţie, ceea ce se realizează relativ uşor în aerul cald şi uscat, mai ales dacă intervin şi curenţii de aer.

Desigur însă că omul nu se simte confortabil atunci cînd îi este cald şi transpiră. El are adeseori tendinţa să şteargă orice urmă de sudoare produsă din cauza căldurii. În acest caz ştergerea transpiraţiei este însă o greşală, deoarece transpiraţia care nu apucă să se evapore nu mai ajută la termoreglare.

Situaţiile în care pierderea de căldură a organismului se produce preponderent sau exclusiv prin transpiraţie sînt nu numai subiectiv neconfortabile dar produc, aşa cum se va arăta pe parcurs, şi un serios dezechilibru hidromineral. Totuşi, în condiţii extreme, transpiraţia şi evaporarea sa se impun ca mijloace salvatoare de menţinere fiziologică a temperaturii corpului. Omul, ca fiinţă raţională, are posibilitatea să-şi adecveze o îmbrăcăminte mai leje-

ră, subțire, cu o țesătură rară, care să permită circulația vaporilor de apă și a căldurii, poate să-și reducă efortul fizic generator de căldură și supratranspirație, poate să evite alimentele proteice care cresc mai mult decît altele metabolismul (au acțiune dinamică specifică mare), să ingere lichide care să compenseze pierderile de apă etc.

La persoanele care dispun constituțional de un număr mai mic de glande sudoripare decît normal, pierderea de căldură prin evaporare se realizează întrucîtva compensator la nivelul căilor respiratorii pe tot traiectul lor și în special la nivelul alveolelor pulmonare, care totalizează o suprafață (umedă) de 100—120 m². Aerul expirat are o umiditate de sută la sută, ceea ce înseamnă că evaporarea în căile respiratorii se produce la maximum, pînă la saturarea cu vapori de apă a aerului introdus în plămîni cu fiecare inspirație. Pentru ca mecanismul acesta să fie mai eficient, crește frecvența pe minut a mișcărilor respiratorii. La omul cu o reprezentare și funcționare normală a glandelor sudoripare, această accelerare a pierderii calorice pulmonare prin evaporare (și prin alte mecanisme concomitente — ca degajarea bioxidului de carbon) — nu este așa de importantă ; apariția și intensificarea transpirației se situează pe primul plan al termoreglării fizice, în cazurile în care temperatura mediului este de 28—29°C.

În lupta împotriva căldurii este firească întrebarea dacă, pe lîngă intensificarea pierderii de căldură, pentru reglarea temperaturii corpului, nu se poate apela și la reducerea termogenezei. Acest aspect a fost mult studiat și controversat. În mod cert, *plecînd de la temperatura de neutralitate termică, curba metabolismului începe să crească*, întrucît pentru menținerea temperaturii corpului, la stressul cald, sînt necesare niște eforturi suplimentare de intensificare a activității unor țesuturi și chiar sisteme și organe. Creșterea metabolismului se conturează mai evident în momentul antrenării glandelor sudoripare în susținerea termoreglării. Este de remarcat că metabolismul crește și după intrarea în hipertermie (figura 3), cînd toate eforturile de termoreglare nu mai reușesc să mențină totuși echilibrul între producerea și pierderea de căldură.

Cei mai mulți autori susțin că la om, plecînd de la temperatura de neutralitate termică spre temperatura critică superioară, curba metabolismului crește continuu. Unii susțin însă că pe acest traseu, *pe mici porțiuni, pentru foarte scurt timp, este posibil ca termoproducția să scadă sub valoarea metabolismului bazal*, contribuind astfel la termoreglare. În acest caz ar fi vorba de o *termoreglare chimică superioară* desfășurată în condiții speciale de stress termic de cald, spre deosebire de termoreglarea chimică obișnuită, întîlnită la stressul termic de rece.

Fenomenul nu este însă prea bine verificat, încît termoliza rămîne ca unica modalitate practic recunoscută de a face față evitării hipertermiei. Limita ambianței termice la care un om intră în hipertermie este, ca și în cazul hipotermiei, variabilă, în funcție de o serie de factori, în primul rînd de tip adaptativ. Ea poate fi împinsă pentru scurt timp, într-un aer uscat perfect, spre 100°C, însă practic omul nu poate rezista prea mult timp, fără consecințe, la temperaturi ambientale care depășesc temperatura corpului său.

2.3. Care sînt limitele de constanță a temperaturii corpului realizate prin termoreglare ?

În cele prezentate s-a subliniat adeseori că nu se poate vorbi de o homeotermie absolută, cu tot efortul sistemului de termoreglare.

Temperatura corpului uman se apreciază la 37°C ca o medie a temperaturii diferitelor organe interne. Măsurarea

se face convențional la nivelul axilei, care, fiind o cavitate închisă, reflectă destul de apropiat temperatura medie internă. Mai exact temperatura internă se poate lua însă sub limbă, în rect sau pentru o și mai mare precizie la nivelul timpanului (prin utilizarea unor termometre speciale). Temperatura axilară este cu 0,3°—0,6°C mai mică decît cea a timpanului, care oscilează între 36,5°—37,5°C.

Temperatura organelor interne, a sîngelui și a țesutului sistemului nervos poate prezenta, în decursul a 24 de ore, oscilații de 0,3—0,5°C și chiar pînă la 1°C; în mușchii striați însă, în timpul unei munci fizice foarte intense, oscilațiile temperaturii pot atinge 3—4°C. Practic, în timpul repausului sau al unui efort fizic redus, în condiții de ambianță termică obișnuită, oscilațiile temperaturii medii interne a corpului uman sînt foarte mici, de 2—3 zecimi de grade în jurul a 37°C.

Cu totul alta este situația temperaturii la nivelul tegumentelor. Exceptînd plicile (axilare și inghinale), temperatura pe suprafața corpului este sub 37°C, prezentînd valori normale în medie de la 35,5°C la 27,0°C după regiunea corporală, așa cum se ilustrează în figura 8.

În aceeași regiune corporală există un gradient între temperatura internă a organelor și temperatura tegumentelor care le corespunde ca topografie. Spre exemplu, temperatura ficatului este de aproape 38°C, a bicepsului la 10 mm sub aponevroză de 37°C, a tegumentelor de deasupra ficatului de 33,4°C, iar de deasupra bicepsului de 32,9°C. La nivelul extremităților, ca vîrful degetelor de la picioare, sau a proeminențelor (ca lobul urechii și vîrful nasului), temperatura scade pînă la 30—27°C și chiar mai puțin.

Temperatura mai scăzută a acestor regiuni se explică în bună parte prin faptul că suprafața lor este mult mai mare în raport cu unitatea de masă și de volum; de ase-

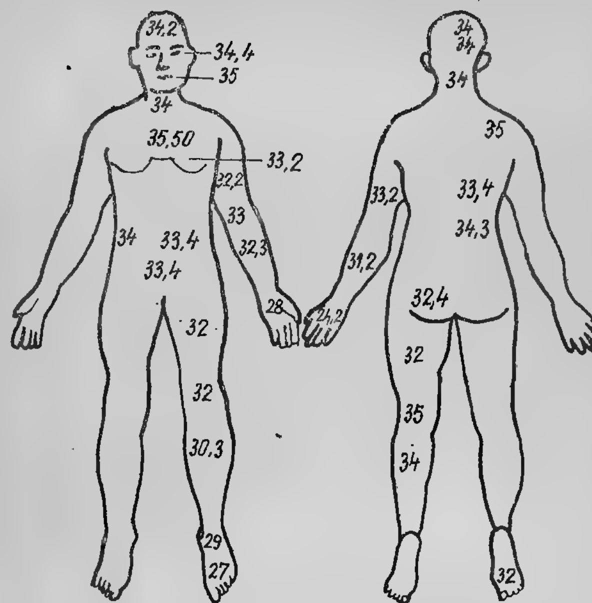


Fig. 8. — Variația temperaturii cutanate pe fața anterioară și posterioară a corpului în diferite puncte corporale (în grade Celsius).

menea lipsa subiacentă a unor organe interne, adevărate rezervoare care transmit căldură prin conducție spre piele (ca în cazul toracelui sau a abdomenului), explică această temperatură mai scăzută.

Deci, organele interne influențează temperatura tegumentelor din regiunea corporală suprapusă, dar trebuie reținut că nu există în acest sens un raport strict direct. Astfel, temperatura deasupra plămînilor este mai mare decît deasupra ficatului, deși dacă ar trebui să luăm în con-

siderație numai temperatura organului intern, ne-am aș-tepta să fie invers.

Grosimea stratului adipos care se interpune între piele și organul intern subiacent ca și intensitatea circulației sanguine din zona respectivă, influențează foarte mult valoarea temperaturii la suprafața corpului. Temperatura tegumentului este în raport invers cu stratul de grăsime subcutanat și într-unul direct cu intensitatea vascularizației. Valorile diferite ale temperaturii tegumentelor după regiunea corporală sînt deci explicabile și considerate ca normale. Din contră, *dispariția topografiei temperaturii cutanate arată un stress termic, o situație anormală.* De asemenea, temperatura corpului la suprafața sa sub valoarea temperaturii organelor interne este normală, deoarece la acest nivel se pierde căldură față de mediu. Variațiile temperaturii pielii sub influența factorilor climatici sînt mult mai mari decît în cazul temperaturii interne; acest aspect este de asemenea normal, deoarece temperatura pielii se modifică, prin jocul vasomotor, în scopul păstrării cît mai constante a temperaturii interne. În 24 de ore, oscilațiile temperaturii tegumentelor pot atinge frecvent valori de 5—7°C.

Așa cum s-a desprins din cele arătate, *factorii climatici și efortul fizic influențează cel mai puternic temperatura corpului.* Ei nu sînt însă singurii factori care acționează în acest sens. Înșiși *factorii psihologici pot declanșa astfel de oscilații termice.* Spaima scade temperatura corpului, iar autosugestia o poate ridica cu cîteva grade. Bineînțeles că în condiții de boală modificarea temperaturii corpului este foarte frecventă, în special în sensul creșterii.

La instalarea unei febre sînt declanșate mecanismele care în mod normal apără organismul de hipotermie: creșterea termoproducției combinată cu scăderea dispersiei de căldură. Stimulul care produce aceste reacții este diferit după natura febrei: în *febrele infecțioase* el este re-

prezentat de către toxinele microbului infectant; în cele *chirurgicale* de către substanțele eliberate de țesuturile lezate prin operație; în cele *medicamentoase* de către substanțele chimice din medicamente etc. În timpul febrei, temperatura se poate ridica cu cîteva grade peste 40°C, excepțional de rar fiind atinse chiar și temperaturi de 45°C. Temperaturile peste 41°C sînt însă foarte nocive. Pe lîngă faptul că astfel de creșteri indică o agravare a stării bolnavului, ele în sine sînt nocive. Creșterea temperaturii peste anumite limite inactivează ireversibil enzimele ce catalizează procesele metabolice. Proteinele tisulare care sînt substanțe deosebit de termosensibile sînt grav alterate. Supraviețuirea la o hiperpirexie de peste 44,4°C este rară, practic aproape imposibilă.

Se pare totuși că organismul omului ar dispune de un mecanism termostatic care oprește, pe cît posibil, înaintarea febrei spre temperaturi care produc coagularea proteinelor din structura celulei și moartea enzimelor, așa încît temperaturile peste 41°C sînt foarte rare.

Relativ la mecanismul de producere a febrei sînt de subliniat cîteva aspecte interesante în legătură cu afectarea termoreglării.

În *primul stadiu* al febrei nu se mai respectă principiul de bază al homeotermiei: păstrarea raportului între căldura produsă și cea eliminată. Cu toate că temperatura internă a corpului este ridicată mai mult la începutul febrei, bolnavul are senzația de frig, este cuprins de fiori sau tremurături. Senzația de frig se datorește faptului că pielea bolnavului febril este rece la început, ca urmare a unei puternice vasoconstricții care are ca scop diminuarea pierderilor de căldură la suprafața tegumentelor. Deci echilibrul caloric este răsturnat, întrucît normal ar fi ca, paralel cu ridicarea temperaturii corpului în interiorul său, să crească și eliminarea de căldură la exteriorul său, adică la nivelul pielii. Tremurăturile care apar la începutul fe-

brei, punînd în mişcare muşchii, cresc producerea de căldură, ceea ce este un factor în plus în creşterea temperaturii, dar mai secundar decît eliminarea scăzută de căldură.

După prima fază, faza cu frison sau în orice caz cu senzaţie de frig, echilibrul dintre căldura produsă şi cea pierdută este parţial corectat. Temperatura internă atingînd un anumit prag, căldura eliminată la nivelul pielii începe totuşi să crească, ceea ce se realizează prin încetarea vasoconstricţiei din piele şi apariţia unei vasodilataţii cu senzaţia concomitentă de cald. În acest al *doilea stadiu* al febrei, mecanismul termostatic al corpului acţionează mai apropiat de normal, în sensul că temperatura internă fiind crescută, creşte şi eliminarea de căldură ; mecanismul termostatic rămîne însă „fixat" la un nivel superior, adică la menţinerea unei temperaturi de peste 37°C. Explicaţia ar consta în faptul că, în timpul bolii, febra este necesară pentru desfăşurarea unor mecanisme de luptă contra bolii.

După părerea unor oameni de ştiinţă, numai temperaturile moderat peste 37°C sînt eficiente deoarece favorizează formarea anticorpilor. Animalele de laborator infectate cu agenţi microbieni au făcut însă forme mai uşoare de boală, dacă li s-a produs artificial şi o febră de 39°—40°C. În concluzie, febra chiar cînd reprezintă o abatere mai serioasă de la termoconstanţa corpului uman, este, de regulă, o armă a organismului de conservare a vieţii în lupta cu boala.

In mod normal, în cursul zilei există *variaţii diurne* ale temperaturii corpului ; maximul de temperatură se constată seara, în jurul orelor 18, iar minimul dimineaţa, între orele 4 şi 5. Curba termică zilnică este concordantă cu variaţiile presiunii arteriale, pulsului, glicemiei. Ea se datorează ritmului somn-stare de veghe. Dacă se doarme ziua, iar noaptea omul este treaz (serviciu de noapte), curba se schimbă. De asemenea lungirea sau scurtarea intervalului de somn-veghe produce schimbări pe curbă. Aspectul ei normal este ilustrat în fig. 9.

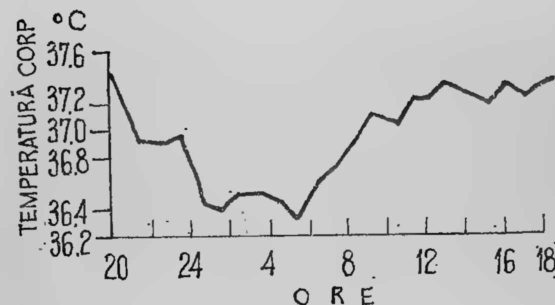


Fig. 9. — Variaţia temperaturii corporale la om în decurs de 24 ore.

Femeile prezintă o variaţie a temperaturii corpului în raport cu ciclul menstrual. Temperatura minimă se înregistrează în timpul menstrei, iar cea maximă începe în momentul ovulaţiei (figura 10).



Fig. 10. — Variaţia temperaturii corporale a femeii în decursul lunii, în raport cu ciclul menstrual.

Temperatura corpului uman mai prezintă variaţii sezoniere şi în funcţie de o serie de factori constituţionali. De-

terminările, pe un număr mare de oameni, au stabilit valori normale ale temperaturii (măsurată sublingual), între 35,8 și 37,8°C.

Ca atare, o serie de factori externi, interni (fie patologici, fie fiziologici) sau constituționali, pot modifica termoconstanța corpului uman. Exceptînd însă factorii patologici, celelalte modificări nu sînt importante încît practic termoconstanța corpului uman este destul de bine realizată.

Cînd această termoconstanță se realizează fără eforturi de termoreglare, ne găsim în condițiile ideale de confort termic, aspect foarte important în viața practică.

Cel mai frecvent însă termoconstanța corpului uman se realizează cu un anumit efort, mai exact cu o anumită încordare a sistemului de termoreglare. Această încordare este posibil de testat și ea este importantă deoarece semnalează riscul spre hiper- sau hipotermie și obosirea sistemului de termoreglare, disconfortul termic al organismului.

3. CUM SE POATE APRECIA ÎNCORDAREA SISTEMULUI DE TERMOREGLARE AL ORGANISMULUI ?

În acest sens, se pot utiliza o serie de indicatori de tip psihofiziologic. Indicatorii folosiți cel mai frecvent în acest scop sînt : *temperatura cutanată și centrală, reacția cutaneo-vasculară, gradul de transpirație, frecvența pulsului, frecvența și amplitudinea mișcărilor respiratorii, cronaxia motoare și senzitivă, mărimea metabolismului energetic* (indicatori obiectivi) *și senzația termică* (indicator subiectiv). Utilizarea lor în practică necesită cunoștințe de fiziologie și se face numai de către persoane cu pregătire specială. Pentru cititori, cîteva amănunte asupra celor mai importanți dintre acești indicatori considerăm că sînt interesante.

3.1. Temperatura cutanată

În complexul de relații termice dintre organism și mediu, importanța tegumentelor este deosebită, deoarece pierderea de căldură, aproape în totalitatea sa, se produce la nivelul tegumentelor. Termoliza și în consecință tempe-

ratura tegumentelor este mult influenţată de variaţiile ambianţei termice şi în special de temperatura aerului; aceasta constituie factorul termic din mediu cel mai activ din punct de vedere al termoreglării.

Între variaţia temperaturii aerului şi valorile temperaturii cutanate există un paralelism în raport cu necesitatea păstrării echilibrului termic. În cazul unor zone corporale cu o constanţă mai mare a temperaturii cutanate (ca spre exemplu fruntea), s-a încercat chiar stabilirea unor formule care leagă matematic temperatura cutanată de temperatura aerului. Majoritatea cercetărilor arată că la fiecare creştere cu un grad C a temperaturii aerului, temperatura cutanată creşte în medie cu 0,3°C. Aşa cum s-a mai arătat, amplitudinea creşterii temperaturii cutanate în funcţie de temperatura aerului depinde însă de regiunea corporală: extremităţile inferioare au cea mai bună reactivitate, respectiv cel mai mare coeficient de variaţie în funcţie de temperatura aerului.

În condiţii obişnuite, temperatura cutanată este mai puţin influenţată de ceilalţi factori ai ambianţei termice: umiditatea aerului, viteza curenţilor de aer, temperatura suprafeţelor. Astfel, umiditatea exercită un rol mai evident asupra temperaturii cutanate numai la temperaturi ridicate ale aerului, cînd prin evaporarea transpiraţiei scade temperatura cutanată. La temperaturi normale, o schimbare cu 50% a umidităţii relative echivalează doar cu o modificare a temperaturii aerului de circa 1°C. Curenţii de aer neperceptibili, pînă la viteze de 0,25 m/s, nu influenţează temperatura cutanată; peste 0,25 m/s o scad sau o cresc în funcţie de temperatura curenţilor. Temperatura suprafeţelor (pereţi, mobilier etc.), influenţează temperatura tegumentelor, în special cînd este mai ridicată sau mai scăzută, decît a aerului, ceea ce este mai rar întîlnit în practică.

Cercetătorii sovietici au fost printre primii care au căutat unele criterii de apreciere a confortului sau disconfortului termic al organismului uman în relaţie cu factorii termici ai ambianţei, pe baza folosirii indicelui de temperatură cutanată; ei au luat în consideraţie în special *sensibilitatea deosebită a temperaturii extremităţilor inferioare la oscilaţii termice ale mediului.* La o temperatură a aerului de 25°C, la nivelul plantei piciorului, care reprezintă circa 3% din suprafaţa corpului, se pierde 10% din cedarea totală de căldură; iar la o temperatură de 10°C, răcirea termică a picioarelor devine de 4 ori mai mare decît în cazul anterior. De aceea, temperatura tegumentelor scade, în cazul expunerii la frig, la acest nivel; ca atare se poate folosi *amplitudinea scăderii temperaturii cutanate a plantei piciorului ca indicator al disconfortului prin frig* (fig. 11).

Din contră, în cazul şederii într-o încăpere cu aer cald, temperatura cutanată a plantei creşte cel mai evident, *amplitudinea creşterii temperaturii plantei* putînd fi şi un bun *indicator al disconfortului dat de temperatura prea ridicată a ambianţei.* Creşterea mai marcată a temperaturii la nivelul extremităţii inferioare este foarte eficientă, deoarece suprafaţa de iradiere a căldurii este mare în raport cu volumul zonei (fig. 12).

Drept criteriu al aprecierii stării de confort termic se poate folosi relativa *constanţă a valorilor temperaturii cutanate,* aşa zisul „platou termic". Dacă temperatura cutanată se menţine relativ constantă înseamnă că nu trebuie făcut un efort special de termoreglare şi deci condiţiile termice ambientale sînt optime (fig. 13). Dacă însă temperatura cutanată creşte sau scade înseamnă că este cald sau frig.

Un foarte bun criteriu al confortului sau al disconfortului termic este aprecierea *diferenţei dintre temperatura*

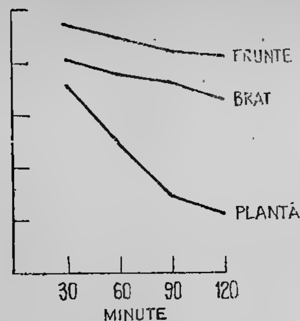


Fig. 11. — Scăderea temperaturii cutanate în special la nivelul plantei, la o temperatură a aerului de 16° C.

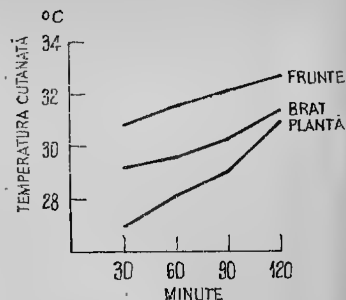


Fig. 12. — Creșterea temperaturii cutanate la o temperatură a aerului de 26° C

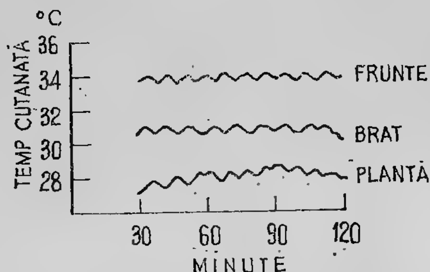


Fig. 13. — Rămînerea constantă a temperaturii cutanate la o temperatură a aerului de 22° C.

cutanată a frunţii (sau a sternului) şi a plantei piciorului, sau vîrful nasului, sau lobul urechii. În zona de confort termic această diferenţă este de 5—6°C, iar în cazul unui stress termic diferenţa se măreşte la frig şi scade la cald.

Se cunoaşte că pentru aprecierea confortului termic se mai poate utiliza ca indicator *pierderea termosimetriei* suprafeţei corpului. În zona de confort, temperatura cutanată este aproape egală pe regiunile absolut simetrice ale corpului. O abatere cu 0,5—0,7°C de la această egalitate indică încordarea termoreglării ca urmare a unui stress termic.

În sfîrşit, pentru confortul termic sînt caracteristice diferite *temperaturi optime ale tegumentelor*, atît ca valoare individuală a fiecărei regiuni cît şi ca medie ; media rezultă din înmulţirea valorilor de temperatură cutanată a regiunilor corporale, cu un coeficient care reprezintă suprafaţa acestor regiuni raportată la suprafaţa întregului corp, considerată 100. Mai exact spus, pentru calcularea mediei ponderate a temperaturii suprafeţei corpului se utilizează formula :

$$Tm = 0{,}07t_1 + 0{,}35t_2 + 0{,}8t_3 + 0{,}6t_4 + 0{,}05t_5 + 0{,}19t_6 + 0{,}13t_7 + 0{,}07t_8$$

în care t_1 — t_8 reprezintă regiunile corporale în ordine : frunte, torace, braţ, antebraţ, palmă, coapsă, gambă, plantă. Măsurarea temperaturii pe aceste regiuni se face în 3—4 puncte echidistanţate şi media se utilizează în formulă ca temperatură a regiunii.

Pentru măsurarea temperaturii cutanate se poate utiliza aparatura comună determinării temperaturii oricărei suprafeţe (fig. 14).

Cel mai frecvent se utilizează electrotermometrele construite pe principiul termistorilor. Ele sînt prevăzute cu un set de sonde punctiforme de contact, etanşeizate în manşoane de materiale izolante pentru a nu fi influenţate de temperatura aerului. Sondele se aplică pe piele (la electrotermometrele moderne concomitent pe toate regiunile) şi, în cîteva secunde, pe cadranul aparatului se indică temperatura, cu o mare precizie.

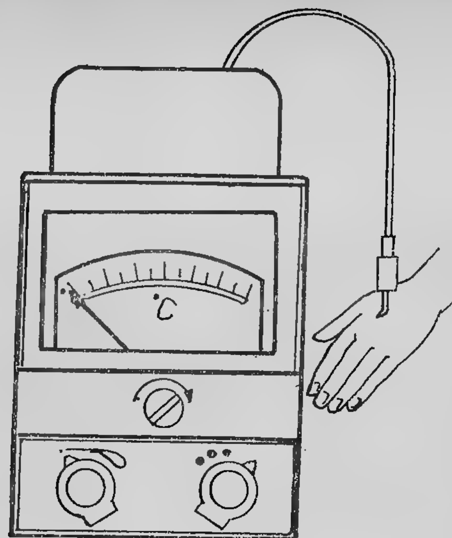


Fig. 14. — Termometru cu termistor.

3.2. Temperatura centrală

Orice creştere a temperaturii centrale a corpului, în afara cauzelor de boală, arată un stress termic. În condiţii de confort termic creşterea temperaturii centrale nu trebuie să depăşească 0,3°C. Paralel cu creşterea temperaturii mediului, mai ales dacă se efectuează şi o muncă fizică intensă, temperatura centrală poate creşte cu mai mult de 0,3°C, dar limita maximă ce se permite acestei creşteri este de 1,2°C ; la creşteri mai mari, spre exemplu de 1,8°C, se intră în hipertermie.

Diferenţa între temperatura centrală şi temperatura medie cutanată se foloseşte ca indicator al confortului sau disconfortului termic. Un gradient de 4,5—3,5°C corespunde confortului termic. Pe măsura creşterii temperaturii aerului, acest gradient se micşorează ; la scăderea temperaturii aerului, gradientul creşte.

Temperatura centrală se poate măsura în rect, sublingual sau la nivelul timpanului. Cea mai fidelă este temperatura timpanului, care se ia cu un electrotermometru. Mai frecvent însă se utilizează temperatura sublinguală care se măsoară foarte uşor cu un termometru cu mercur. Trebuie reţinut însă faptul că la acest nivel temperatura este cu 0,6°C mai scăzută decît temperatura măsurată la nivelul timpanului.

3.3. Sudoraţia şi intensitatea sa

Un criteriu important în aprecierea acţiunii stressante a ambianţei calde asupra organismului îl constituie gradul de sudoraţie. În condiţii de supraîncălzire, pierderea de căldură prin convecţie şi conducţie devine dificilă ; în aceste cazuri, evaporarea transpiraţiei constituie mecanismul de compensaţie. Apariţia şi intensificarea transpiraţiei se corelează direct proporţional cu temperatura aerului (fig. 15).

Transpiraţia apare la temperatura aerului în jur de 29°C şi a pielii în jur de 34°C.

Gradul de transpiraţie a fost estimat ca indicator al acţiunii ambianţei termice asupra organismului, în funcţie de metoda folosită. Cea mai simplă ar fi *metoda colorimetrică* (virarea culorii unei substanţe puse pe piele în momentul apariţiei şi intensificării transpiraţiei). În condiţii de confort termic, nu se transpiră ; apariţia transpi-

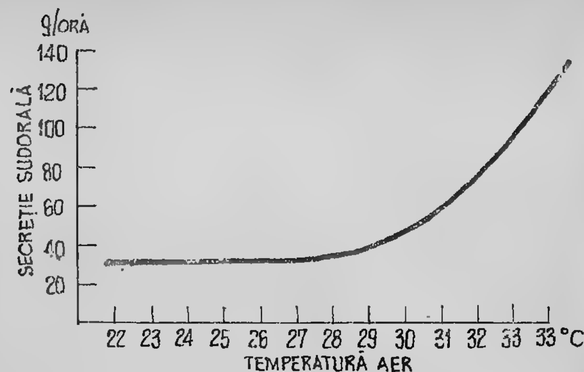


Fig. 15. — Relația dintre intensitatea transpirației și temperatura aerului.

rației constituie un indicator evident că organismul se găsește în zona de disconfort termic.

În industrie, transpirația se determină frecvent prin *metoda ponderală*, adică prin diferența de greutate corporală înainte și după expunerea la mediul termal care solicită intervenția transpirației. Metoda nu este însă prea sensibilă și se pretează numai în cazul unei transpirații intense ce ajunge de ordinul litrilor pe timpul celor 8 ore de lucru. Se apreciază că încordarea termoreglării și apariția disconfortului corespunde cu o secreție orară de transpirație de 150—200 ml.

Pentru aprecierea gradului de umiditate a pielii în raport cu ambianța termică din locuințe, școli, grădinițe, birouri, este mai indicată măsurarea *rezistenței electrice a tegumentelor*. Metoda este foarte practică ; un aparat special permite, ca și în cazul termometrului cu termistori, măsurători rapide multiregionale (frunte, stern, braț, coapsă, gambă etc.). Pentru aprecierea gradului de transpirație, se

recomandă o scară în care intensitatea transpirației este în raport invers cu rezistența electrică a pielii. Pe această scară rezistența electrică mai mică de 100 K Ω corespunde transpirației puternice ; rezistența electrică de 100—300 K Ω corespunde unei transpirații medii, iar rezistența electrică de 300—1 000 K Ω corespunde unei transpirații slabe ; rezistența electrică peste 1 000 K Ω indică transpirație foarte slabă. Deoarece în zona de confort termic nu trebuie să se transpire, este normal ca rezistența electrică a pielii să fie de peste 1 000 K Ω .

3.4. Măsurarea frecvenței pulsului, frecvenței amplitudinii respiratorii, mărimii tensiunii arteriale

Acestea sînt metode simple de apreciere a încordării funcției unor organe și sisteme importante ale organismului, solicitate în mecanismul de termoreglare. Pentru utilizarea lor în acest sens, se recomandă să se facă măsurători repetate, iar datele obținute să fie corelate cu senzația termică și prelucrată matematic pentru surprinderea salturilor cantitative (trecerea de la o valoare medie la alta) ; aceste salturi echivalează cu saltul de la zona de confort la cea de disconfort termic.

3.5. Timpul de latență la diferiți excitanți

Deși mai puțin studiată, acțiunea ambianței termice asupra sistemului nervos este foarte importantă : în special *la cald, scade capacitatea de coordonare, de concentrare, randamentul activității intelectuale.*

În acest sens, se pot face investigații prin elaborarea unor *reflexe condiționate motorii față de sunet și lumină și modificarea* lor în condiții care indică acțiunea unei ambianțe calde. În mod analog, se mai poate folosi *metoda deteminării perioadei de latență în răspunsul la excitația termică de contact.*

Timpul de latență pentru răspunsul la acești excitanți este optim în zona de confort, iar în cea de disconfort termic se produc prelungiri sau răspunsuri paradoxale (la excitanții slabi reacția apare mai rapid decît la cei puternici și invers).

Gama metodelor fiziologice obiective de investigare a confortului și disconfortului termic este mai largă, dar nu mai insistăm asupra lor, deoarece considerăm că din cele spuse reies suficiente argumente pentru a convinge că printr-o multitudine de parametri ai funcțiilor de bază a organismului se poate constata starea termică optimă sau încordată (uneori chiar deficitară) a complexului organism uman.

3.6. Senzația termică

Alături de indicatorii obiectivi expuși, *senzația termică*, deși un criteriu subiectiv al relației organismului cu mediul termic, este frecvent folosită în scopul aprecierii încordării funcției de termoreglare sau confortului termic. Inițial senzația termică s-a utilizat pe 5 trepte: rece neconfortabil, rece confortabil, confortabil, cald confortabil. Acest mod a fost folosit în stabilirea unor scări echivalente de temperatură încă din anul 1923. În majoritatea investigațiilor, astăzi se *utilizează aprecierea senzației termice pe 7 trepte: foarte cald, cald mijlociu, cald puțin, neutru (nici frig, nici cald, răcoare, frig, foarte frig.* Desigur, investigarea cît mai detaliată este foarte

bună, dar numai cînd subiecții pot să facă astfel de diferențieri. Pentru persoane care nu au o sensibilitate termică deosebită, este suficient să utilizăm aprecieri mai globale ca, spre exemplu, cele de frig, neutru, cald.

În privința folosirii senzației termice ca indicator al încordării termoreglării sau al confortului termic, există explicații științifice bine fondate. Este un adevăr fiziologic cert stabilit că receptorii nervoși din piele transmit informații scoarței cerebrale despre starea termică a mediului. La nivelul scoarței se percepe senzația termică de rece, bine, sau cald, în funcție de caracteristicile termice ale mediului. Senzația termică este însă influențată mai mult de cantitatea de căldură dispersată și de ritmul în care se produce dispersia decît în modalitățile prin care se elimină căldură. Din această cauză, în anumite situații, senzația termică a omului își pierde oarecum importanța. Astfel, dacă sîntem într-un mediu cu temperatură relativ ridicată, dar cu aerul foarte uscat, pierderea de căldură se va face relativ ușor (prin sporirea evaporării transpirației) fără să ne dăm prea bine seama de deviația de la confort. În astfel de situații, alți indicatori subiectivi, ca spre exemplu *perceperea neplăcută a uscării aerului* prin desicarea mucoaselor nasului, completează gama de indicatori subiectivi ai disconfortului.

În general, senzația termică rămîne însă un indicator foarte simplu și convenabil pentru aprecierea ambianței termice concordînd de regulă cu indicatorii fiziologici obiectivi.

4. COMPLEXUL ACTIV MICROCLIMATIC CA FACTOR CE ACŢIONEAZĂ ASUPRA ECHILIBRULUI TERMIC AL ORGANISMULUI

Starea climatică a unui spaţiu limitat, diferenţiată de a climei din jur, este numită *microclimat*. Putem vorbi de microclimat în situaţii foarte diferite. Spre exemplu, subvestimentar se creează un microclimat deosebit de cel al încăperii, în imobile deosebit de cel din oraşe, în oraşe deosebit de cel al regiunii etc.

Într-un sens larg, *complexul activ microclimatic cuprinde factorii care acţionează asupra termoreglării : temperatura aerului, umiditatea sa, radiaţiile calorice, curenţii de aer, precum şi alţi factori atmosferici ca electricitatea şi ionizarea aerului*. În vorbirea curentă însă, prin *microclimat* se desemnează numai categoria de *factori care condiţionează schimbul termic al organismului cu mediul*.

Noţiunea de microclimat a fost conturată în jurul anilor 1930 în Germania, de către Geiger ; faptul că ambianţa termică are caractere aparte în spaţiile închise sau în anumite microzone geografice este desigur una dintre cele mai vechi observaţii ale omului, consemnată dealtfel în decursul veacurilor în diferite ocazii. Astfel, clima oraşelor a fost descrisă mai blîndă decît a zonelor înconjurătoare,

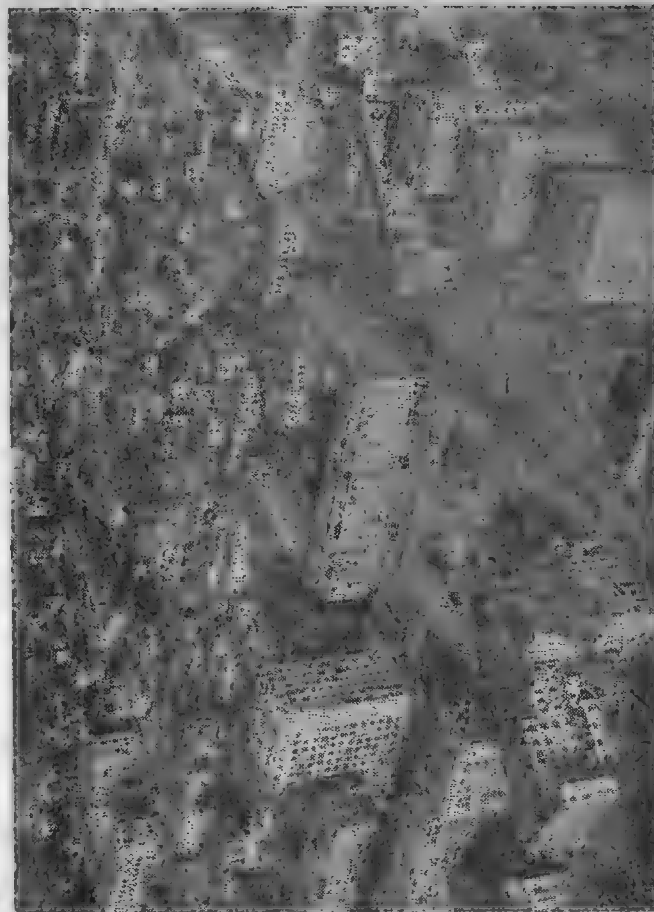


Foto. 1. — Zona de locuit include un microclimat specific în interiorul şi exteriorul clădirilor.

temperatura aerului fiind ridicată în cursul iernii datorită radiaţiilor de la clădirile încălzite, vînturilor temperate prin obstacolele create de edificii, zonelor verzi etc.

Studiul ştiinţific al microclimatului şi al exprimării lui într-un indicator a început însă cu mult mai tîrziu. Se ştie că în 1884 Flaviţki a dovedit că senzaţia termică pe care organismul o percepe într-un spaţiu nu este urmarea numai a temperaturii aerului ci mai ales a combinării unui întreg complex de factori care de fapt constituie ceea ce s-a definit ulterior ca microclimat. Deci senzaţia termică percepută de către organism este rezultatul acţiunii concomitente a temperaturii aerului, radiaţiilor calorice, vitezei de mişcare a aerului şi a conţinutului de vapori de apă din aer. Concret, aceasta înseamnă că temperatura aerului izolată nu spune totul despre faptul dacă o ambianţă este plăcută sau nu din punct de vedere termic. Spre exemplu, *la 18°C temperatură aer, dacă umiditatea este medie şi lipsesc curenţii de aer, poate fi o senzaţie plăcută, respectiv confortabilă termic ; dacă însă la aceeaşi temperatură se adaugă o umiditate crescută şi mişcarea intensă a aerului, se va simţi frig.* Alt exemplu: *un aer de 24°C, stagnant şi cu umiditate crescută, este înăbuşitor, prea cald ; dacă acelaşi aer este uscat şi pus în mişcare, devine acceptabil.* Şi mai interesant este faptul că din combinarea unor valori diferite ale factorilor de microclimat, rezultă absolut aceeaşi senzaţie termică. *Acest principiu* asupra căruia se va reveni în paginile următoare *a stat la baza scărilor de temperaturi echivalente*, stabilite pentru prima dată între 1923—1925, în SUA, de către inginerii americani de la Societatea de Încălzit şi Ventilaţie din Pittsburgh. În practică, începînd de la data cercetărilor respective s-a promovat, pînă în zilele de azi, concepţia integralistă a complexului factorilor de mediu în relaţie concomitentă şi reciprocă cu organismul uman. În acest sens, apare ca ideal a aprecia microclimatul printr-un singur indicator care să sintetizeze în el toţi factorii ambianţei termice : temperatură, umiditate, radiaţii, curenţi de aer. Deşi astfel de metode au fost gîndite şi elaborate, nu s-a ajuns la o perfecţionare a lor ; pînă în prezent, nici în investigaţiile ştiinţifice şi nici în cele obişnuite ale omului de zi cu zi, nu s-a renunţat la măsurarea izolată a unuia sau a mai multora dintre factorii de microclimat.

De aceea, în cele ce urmează se va prezenta modul de apreciere al microclimatului atît prin factorii săi izolaţi cît şi prin diferite combinaţii a acestor factori, prin aşa-zisele *scări de comparaţie şi echivalenţă termică.*

Cum discuţia sau reflecţia oamenilor despre ambianţa termică sau mai precis asupra atributelor ei de caldă, plăcută sau friguroasă este una dintre cele mai frecvente, orice amănunt care ar explica măsurarea ei mai exactă şi mai ştiinţifică credem că este interesant.

4.1. Determinarea şi interpretarea fiecărui factor de microclimat

Chiar dacă factorii de microclimat acţionează în interdependenţă, determinarea separată a fiecăruia dintre ei este necesară deoarece variaţia lor, în cadrul complexului microclimatic, are totuşi nişte limite permisibile pentru confort şi sănătate.

De fapt, fiecare factor de microclimat a fost studiat amplu şi normat în vederea asigurării unui schimb optim de căldură între organism şi mediu. Acest schimb optim înseamnă posibilitatea organismului de a dispersa în mediul ambiant căldura produsă din procesele metabolice, fără încordarea sistemului de termoreglare, ceea ce subiectiv se traduce prin senzaţia de *neutralitate termică* (nici frig, nici cald).

4.1.1. Temperatura aerului

Factorul de microclimat cel mai frecvent investigat îl constituie *temperatura aerului*. Fiecare din noi avem în încăperea locuinței, sau în cea de lucru, un termometru. Cel mai frecvent acesta este un termometru obișnuit, cu alcool sau mercur (fig. 16). Principiul lui de funcționare este simplu : sub influența temperaturii mediului, lichidul din termometru se dilată (sau se contractă) iar pe o scară gradată de obicei în grade Celsius se notează acest efect, pe care noi îl citim direct, ca temperatură.

Dacă coloana de lichid a termometrului este de mercur, citirea se face la punctul cel mai înalt al meniscului (care este convex), iar dacă este de alcool la punctul cel mai decliv al meniscului (care este concav). Citirea se poate face corect numai dacă ochiul este la același nivel cu meniscul. Deci, termometrul va fi așezat la un nivel convenabil, după înălțimea celui care îl citește.

Pe lîngă termometrul obișnuit de cameră la care citim temperatura la un moment dat, mai există tipuri speciale de termometre cu mercur sau alcool, care indică spre exemplu, temperatura maximă sau minimă dintr-un interval de timp.

Foarte ușor se obține un *termometru de maximă sau minimă* dacă la fabricarea lui se introduce în tijă un cursor metalic care este deplasat de coloana de lichid care își schimbă volumul în raport cu temperatura mediului. Cursorul rămîne la nivelul maxim sau minim atins de coloana de lichid și astfel se află care a fost temperatura maximă sau minimă într-un interval de timp. În tija termometrului de minimă se pune de obicei alcool deoarece alcoolul îngheață la —70°C, iar mercurul îngheață la —35°C. Termometrul de maximă este însă cel mai frecvent un termometru cu mercur.

* Exprimarea temperaturii se mai poate face în grade Fahrenheit sau Réaumur ; 5°C = 9°F = 4°R.

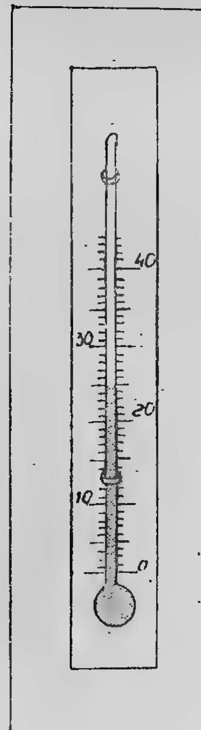


Fig. 16. — Termometru obișnuit de cameră.

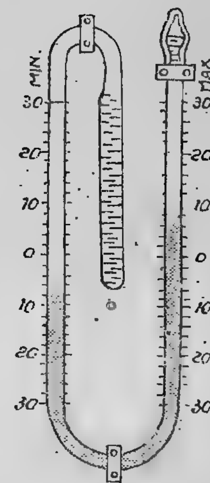


Fig. 17. — Termometru care înfățișează temperatura maximă și minimă a aerului dintr-un interval de timp.

În figura 17 se înfăţişează un termometru mixt, *de maximă şi minimă* (termometrul Six) care conţine şi mercur şi alcool. El are aproximativ forma literei U, conţinînd la mijloc mercur iar în ramuri alcool. În fiecare ramură deasupra mercurului există cîte un cursor metalic.

Creşterea temperaturii produce dilatarea alcoolului din ramura stîngă, care împinge mercurul şi ridică în sus cursorul din ramura dreaptă. Acesta va rămîne fixat la cel mai înalt nivel atins de coloana de alcool, indicînd cea mai ridicată temperatură dintr-un interval oarecare, spre exemplu de 24 de ore sau de o săptămînă.

Concomitent, cursorul din ramura opusă va indica cea mai scăzută temperatură a intervalului respectiv. La scăderea temperaturii, mercurul se retractă şi antrenează cursorul din ramura stîngă, care rămîne fixat la cel mai jos nivel atins de temperatura aerului în intervalul de timp considerat.

Pentru a anula indicarea temperaturii maxime şi minime pe o perioadă la care termometrul Six a fost utilizat, cu un magnet se aduc cursorii de metal la nivelul extremităţilor coloanei de mercur. Această pregătire este necesară înaintea oricărei determinări. Aparatul se utilizează de către personalul cu o oarecare pregătire, în special pentru determinări ale oscilaţiilor temperaturii aerului pe intervale de 24 de ore.

Termometrele bazate pe fenomenul de dilataţie pot utiliza nu numai lichide ci şi metale. Pe acest principiu se bazează *termografele*, aparate care permit o înscriere continuă a temperaturii aerului pe un interval anume, de obicei de 24 de ore sau de o săptămînă. Acest mod de măsurare a temperaturii aerului este foarte comod şi complet. Pe o diagramă a aparatului se înfăţişează toate valorile de temperatură a aerului atinse în intervalul respectiv.

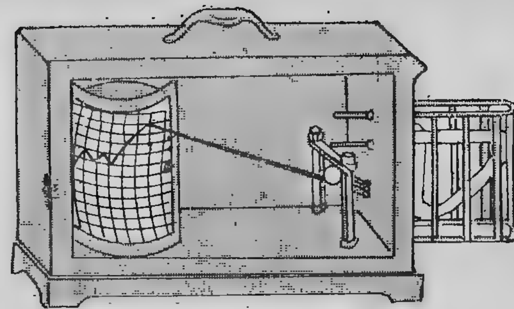


Fig. 18. — Termograf cu înregistrare continuă.

Aparatul, ilustrat în figura 18, este întîlnit în situaţii foarte frecvente în laboratoare, industrii, staţii meteorologice etc.

Nucleul de la care porneşte măsurarea temperaturii aerului în cazul termografului, este o placă bimetalică, în care cele două benzi de metal (sudate) trebuie să aibă coeficienţi de dilatare la căldură cît mai diferiţi. Spre exemplu, o bandă poate fi formată din cupru şi cealaltă din fier. În totalitate, placa are o formă curbată. La ridicarea temperaturii aerului, curbura benzii se accentuează, placa îndoindu-se spre metalul cu coeficient de dilatare mai mic. La scăderea temperaturii aerului, placa se scurtează şi curbura sa se reduce prin retractarea metalului. Unul din capetele plăcii bimetalice este fixat, aşa că variaţiile arătate mai sus, se manifestă numai la capătul liber ; aceste mişcări amplificate sînt transmise printr-un sistem de pîrghii la o peniţă înregistratoare ; aceasta le înscrie pe diagrama unui cilindru rotator care face o tură completă în 24 ore sau în 7 zile, după cum este vorba de un termograf zilnic sau săptămînal.

Pentru a reda corect temperatura aerului, atît termograful cît și termometrele obișnuite trebuie amplasate într-un loc ferit de radiații, spre exemplu departe de sobă, de un panou radiant, de ferestre etc.

La măsurarea temperaturii aerului se mai pot utiliza și alte principii decît cel al dilatației sau contracției lichidelor sau metalelor, în raport cu creșterea sau scăderea temperaturii mediului. Spre exemplu, actualmente există *termometre cu termistori* care redau temperatura aerului mult mai rapid decît termometrele clasice sus-menționate ; acestea din urmă au la bază proprietățile semiconductorilor, respectiv faptul că rezistența lor electrică scade sau crește în raport invers cu temperatura mediului.

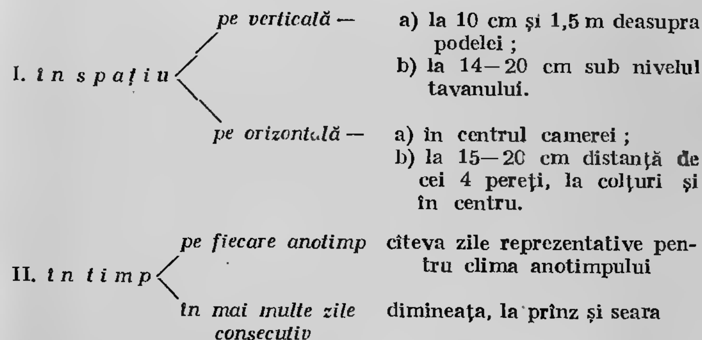
Indiferent de metoda utilizată, *măsurarea temperaturii aerului rămîne o etapă de bază obligatorie în aprecierea microclimatului, deoarece acest factor influențează cel mai puternic pierderea de căldură a organismului și senzația termică în condiții obișnuite de viață.*

Temperatura aerului influențează termoreglarea *în mod direct* condiționînd în bună parte schimbul de căldură dintre corp și mediu în funcție de valoarea sa, cît și *indirect*, prin modificarea importanței celorlalți factori microclimatici în acest schimb. Spre exemplu, viteza curenților de aer sau umiditatea aerului intervin pozitiv sau negativ în schimbul de căldură al organismului cu mediul în funcție și de temperatura aerului.

Cunoașterea exactă a temperaturii aerului se impune ca factor de bază al ambianței termice atît în spații construite ca locuințe, locuri de muncă, spitale, instituții publice etc., cît și în exterior, pe străzi, în parcurile orașelor ș.a.m.d.

În general, aceste determinări sînt efectuate de către specialiști în climatologie, igienă, inginerie sanitară, ținînd seama de caracteristicile spațiului și ale succesiunii schimbărilor termice în timpul zilei, al anotimpurilor, al anilor.

Spre exemplu, pentru o cameră de locuință, pentru a cunoaște corect temperatura aerului sînt necesare următoarele determinări în spațiu și timp :



Pentru a afla temperatura camerei din toate valorile înregistrate în spațiul ei, se fac medii care se interpretează în timp, în sensul oscilațiilor în decursul zilei, de la o zi la alta, de la sezon la sezon.

În încăperile de locuit, cu curenți de aer reduși (sub 0,25 m/s), cu temperatura pereților apropiată de cea a aerului, pentru persoanele în repaus sau care depun o activitate ușoară și poartă o îmbrăcăminte de grosime medie, *temperatura optimă care asigură constanța temperaturii corpului, fără eforturile sistemului de termoreglare, este în jur de 18—20°C.*

Această temperatură ce corespunde, pentru majoritatea oamenilor, confortului termic, adică senzației de neutru din punct de vedere termic, nu trebuie să aibă un caracter absolut constant. Totuși, pentru ca un microclimat să fie confortabil nu trebuie ca temperatura aerului dintr-o încăpere obișnuită să prezinte variații mari în spațiu sau de

la o zi la alta. Pe orizontală, între diferite puncte ale încăperii, diferențele de temperatură sînt bune cînd ating 2—3°C, dar nu mai mult. Pe verticală diferențele permise sînt mai mici. Astfel, între temperatura determinată la 10 cm și la 1,5 m de la podea, depășirea unui gradient de 1,5—2°C este resimțită neplăcut la o temperatură medie a camerei, altcumva confortabilă. Aerul rece fiind mai greu decît cel cald se așază în zona plantei și gambei piciorului dînd senzația de frig. Între valoarea maximă și minimă a temperaturii aerului în decursul a 24 ore se admite o diferență ceva mai mare, respectiv de 4, cel mult 5°C. Aceste oscilații se produc cu oarecare frecvență, deoarece ambianța termică a oricărei încăperi este supusă și variațiilor climatice din exterior. Prin diferite metode valabile după sezon, ca încălzirea și etanșeizarea încăperii, utilizarea în construcție a unor materiale termoizolante, oscilațiile termice ale microclimatului clădirilor destinate condițiilor obișnuite de viață se încadrează în limitele permisibile de maximum 4—5°C în 24 ore.

Un microclimat în care temperatura aerului ar fi mai constantă, respectiv fără variațiile amintite, ar lua caracterul de așa-zis „microclimat de seră" care nu numai că subiectiv are un caracter apăsător, înăbușitor, dar treptat produce efecte negative importante asupra rezistenței organismului: poate duce la îmbolnăviri și la dezadaptarea pentru alte condiții climatice. *Oscilațiile de cîteva grade ale temperaturii aerului sînt necesare ca stimuli permanenți ai întreținerii tonusului funcției de termoreglare.* Fără acești stimulenți, funcția de termoreglare este deprimată și treptat eficiența sa scade încît adaptarea la condițiile climatice normale devine deficitară.

Cine trăiește într-un microclimat artificializat la maximum, cu temperaturi foarte constante, va face cu greu față la schimbările de vreme, avînd permanent senzația dezagreabilă de disconfort termic. În plus, la orice expunere la o temperatură mai scăzută, va contracta ușor îmbolnăviri de tip „a frigore", deoarece organismul său nu-și mai poate regla bine pierderea de căldură și va elimina — brutal și în exces — căldura proprie.

Așadar, temperatura aerului se încadrează în anumite *norme sanitare* care prevăd nu numai valoarea sa optimă, dar și faptul că stabilitatea ei în cadrul unor spații construite trebuie să fie relativă și nu absolută.

4.1.2. Umiditatea aerului

Un alt factor de microclimat, important în aprecierea complexă a ambianței termice, la care ne referim în vorbirea curentă, aproape tot atît de des ca și la temperatura aerului, este *umiditatea*. Cînd vrem să facem o apreciere mai completă a ambianței termice spunem că este rece și umed sau cald și umed, că aerul este prea cald și uscat etc.

Din punct de vedere științific, umiditatea atmosferei se poate exprima în 3 moduri: absolută, maximă și relativă.

Umiditatea absolută reprezintă cantitatea de vapori de apă prezentă efectiv în aer. Ea se exprimă cel mai simplu în grame apă la metru cub de aer; se mai poate exprima însă și prin tensiunea vaporilor din volumul de aer respectiv, ca atare utilizîndu-se ca unitate de măsură, milimetrii coloană de mercur sau milibarii.

Umiditatea maximă se referă la cantitatea cea mai mare de vapori de apă care se poate găsi într-un volum determinat de aer, la o anumită temperatură. Deci umiditatea maximă presupune saturarea cu vapori de apă a

aerului. Pentru aceeaşi temperatură, aerul se saturează întotdeauna cu aceeaşi cantitate de vapori de apă. Dar dacă creşte temperatura aerului, creşte şi puterea sa de saturare şi ca atare va înmagazina o cantitate mai mare de vapori de apă. Acest aspect este important pentru termoreglarea prin evaporare. Evaporarea transpiraţiei nu ar mai fi posibilă dacă se atinge umiditatea maximă la temperatura la care organismul se găseşte, spre exemplu la 29° C ; dar dacă temperatura aerului creşte peste această temperatură, creşte şi puterea sa de înmagazinare a vaporilor de apă şi fenomenul de evaporare a transpiraţiei — ca mecanism foarte eficient de eliminare a căldurii — reintră în funcţie.

Umiditatea maximă se exprimă în aceleaşi unităţi ca şi cea absolută, adică în grame apă la metru cub de aer, sau în milimetri coloană Hg.

În tabelul nr. II se redă umiditatea maximă atît în g/m³ cît şi în mmHg pentru diferite temperaturi ale aerului exprimate în grade Celsius.

Pentru aprecierea intervenţiei complexe a microclimatului în termoreglare, nu se utilizează, de obicei, izolat, cele două noţiuni : umiditatea absolută şi umiditatea maximă ; aceasta pentru faptul că umiditatea absolută nu spune prea mult dacă nu ştim cîţi vapori de apă (faţă de cei conţinuţi), mai poate primi atmosfera pînă la saturaţie ; iar umiditatea maximă nu este decît excepţional întîlnită.

Mai frecvent se utilizează noţiunea de *umiditate relativă* care este o noţiune calculată, respectiv un raport procentual între cantitatea de vapori de apă pe care o conţine un volum de aer şi cantitatea de vapori de apă care ar satura acelaşi volum de aer. Umiditatea ma-

Tabelul nr. II

Umidităţile maxime pentru diferite temperaturi ale aerului

Temperatura aerului, în grade Celsius	Presiunea parţială mm Hg	Vapori de apă g/m³
10	9,165	9,372
11	9,792	9,976
12	10,457	10,617
13	11,162	11,284
14	11,908	12,018
15	12,699	12,763
16	13,536	13,552
17	14,421	14,391
18	15,357	15,329
19	16,361	16,303
20	17,391	17,164
21	18,495	18,204
22	19,659	19,286
23	20,888	20,456
24	22,184	21,604
25	23,550	22,867
26	24,988	24,190
27	26,505	25,582
28	28,101	27,004
29	29,782	28,529
30	31,585	30,139

ximă, în scopul stabilirii umidităţii relative, se calculează la aceeaşi temperatură la care se determină umiditatea absolută.

Spre exemplu, într-o cameră cu temperatura aerului de 20° C, determinăm gravimetric umiditatea absolută (făcînd diferenţa de greutate a unei substanţe higroscopice în care s-au reţinut vaporii de apă dintr-un volum de aer de 1 m³) ; apoi în tabelul nr. II găsim umiditatea maximă ce corespunde temperaturii de 20° C.

Din raportul procentual dintre umiditatea absolută şi cea maximă se obţine umiditatea relativă prin formula :

$$UR = \frac{Ua}{U.M.} \times 100$$

Umiditatea relativă poate varia de la zero la sută (aer absolut uscat) pînă la sută la sută, situaţie în care umiditatea relativă se confundă cu umiditatea maximă.

În practică însă, această metodă ar fi nu numai greoaie datorită calculelor, ci ar solicita şi aparatură specială de măsurare a volumului de aer, de filtrare a sa pe substanţa higroscopică etc.

Umiditatea relativă se determină cu mult mai simplu cu ajutorul unui aparat numit *psihrometru* (fig. 19).

Aparatul este prevăzut cu două termometre, dintre care unul are rezervorul învelit cu un tifon care se umectează înainte de punerea în funcţiune.

Diferenţa dintre temperatura dată de cele două termometre ajută la deducerea umidităţii relative. În acest sens se folosesc tabele care ne dau umiditatea relativă la intersecţia dintre temperatura citită la termometrul uscat şi la cel umezit (tabelul nr. III).

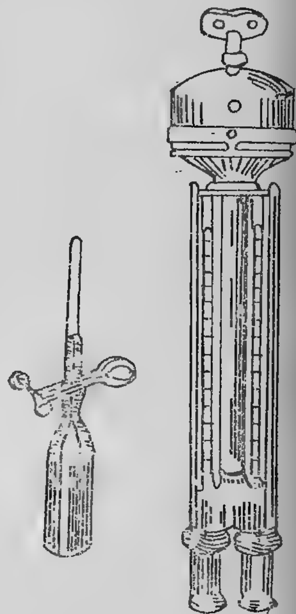


Fig. 19. — Psihrometru pentru determinarea umidităţii în camere.

Tabelul nr. III

Determinarea umidităţii relative a aerului cu psihrometrul aspirator

Indicaţiile termometrului uscat în grade	Indicaţiile termometrului umed în grade																										
	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0
17.5	36	40	44	48	52	56	60	64	68	73	77	81	86	91	95	100											
18.0	34	37	41	45	49	53	56	61	65	69	73	77	82	85	91	95	100										
18.5	31	35	38	42	45	49	53	57	61	65	69	73	78	82	86	91	95	100									
19.0	29	32	36	39	43	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	91	95	100								
19.5	26	30	33	36	40	43	47	51	54	58	62	66	70	74	78	82	87	91	95	100							
20.0	24	27	30	34	37	41	44	48	52	55	59	63	66	70	74	78	83	87	91	96	100						
20.5	22	25	28	31	35	38	41	45	48	52	56	59	63	67	71	75	79	83	87	91	96	100					
21.0	20	23	26	29	32	36	39	42	46	49	53	56	60	64	67	71	75	79	83	87	91	96	100				
21.5	18	21	24	27	30	33	36	40	43	46	50	53	57	60	64	69	71	75	79	83	87	92	96	100			
22.0	16	19	22	25	29	31	34	37	40	44	47	50	54	57	61	64	68	72	76	80	84	88	91	96	100		
22.5	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	49	51	54	58	67	65	68	72	76	80	84	88	92	96	100	
23.0	13	16	18	21	24	27	30	33	35	39	42	45	43	51	57	58	62	65	69	72	76	80	84	88	92	96	100

Spre exemplu, în cazul că temperatura uscată este de 21° C iar cea umedă de 13° C, conform tabelelor, umiditatea relativă este de 39%.

Pentru determinarea umidității aerului se mai pot folosi și alte aparate ca *higrometrul* sau *higrograful* (care înscrie umiditatea aerului pe o diagramă zilnică sau săptămînală). Acestea se bazează pe proprietatea higroscopică a unor fire de păr sau a unor fibre sintetice care, în urma absorbției vaporilor de apă din aer, își măresc lungimea în raport direct cu umiditatea. Modificarea lungimii fibrelor este transmisă la un ac indicator (sau la o peniță înregistratoare în cazul higrografului) care indică pe un cadran (sau pe o diagramă) umiditatea relativă.

Umiditatea aerului este normată din punct de vedere sanitar la valori între 35 și 65%. Întrucît ea acționează asupra termoreglării în funcție de temperatura aerului în limitele amintite, este de dorit să varieze în sens invers temperaturii aerului. Spre exemplu, pentru a se ușura termoreglarea, creșterea temperaturii aerului poate fi compensată prin scăderea umidității sale. Natural, această scădere nu trebuie să fie prea accentuată, deoarece are alte dezavantaje, ca uscarea mucoaselor căilor respiratorii. Scăderea temperaturii aerului nu poate fi însoțită de creșterea prea accentuată a umidității aerului (peste 65%) deoarece umiditatea mărește conductibilitatea termică a aerului și pierderea de căldură se face brutal, cu senzație de frig.

Umiditatea relativă în microclimatul clădirilor cu încălzire centrală scade sau crește față de limitele igienice, în raport cu numărul persoanelor din încăpere. Într-o încăpere, dacă sînt mai multe persoane, paralel cu creșterea temperaturii aerului va crește și umiditatea absolută, ca urmare a vaporilor rezultați din respirația și transpirația organismului. În acest caz, creșterea umidității absolute se face paralel cu creșterea umidității relative, ajungînd să

se confunde. Dar dacă în încăpere nu sînt persoane, iar temperatura aerului crește, cu toate că umiditatea absolută va rămîne constantă (deoarece nu are de unde să se formeze vaporii de apă), umiditatea relativă va scădea, pentru că umiditatea maximă crește mereu pe măsura intensificării încălzirii camerei, de la radiator. Cum umiditatea relativă reprezintă raportul dintre umiditatea absolută și cea maximă, creșterea numai a celei maxime face ca raportul dintre ele să fie din ce în ce mai scăzut.

Paralelismul dintre umiditatea absolută și cea maximă nu este păstrat, în special în cazul microclimatului orășenesc. Astfel, vara în cele mai călduroase zile, avem umiditatea absolută cea mai mare, dar umiditatea relativă are valoarea cea mai mică. Aceasta, datorită faptului că suprafața solului în orașe este în foarte mare parte acoperită cu pavaje și construcții și apa nu are de pe ce să se evapore. In zilele calde, evaporarea posibilă este maximă — de pe micile suprafețe neconstruite, cele de apă, sau de pe spațiile verzi orășenești ; ea este însă incomparabil mai mică decît umiditatea maximă, care crește teoretic vertiginos o dată cu ridicarea temperaturii aerului. Ca atare, umiditatea relativă va fi minimă.

Cu totul alta este situația în păduri sau în parcuri, unde posibilitățile de ridicare a temperaturii aerului sînt limitate, datorită absorbției radiației calorice de către plante, iar procesul de evaporare a apei din frunze este foarte intens. Aici raportul între umiditatea absolută și relativă este bine păstrat. În aceleași condiții de temperatură, vara, în orașele mari, umiditatea relativă este mult mai scăzută decît în zonele din împrejurimile orașului.

Iarna, spre deosebire de vară, în zilele în care umiditatea absolută are valoarea cea mai mică, umiditatea relativă are valoarea cea mai mare. Aceasta deoarece scăderea temperaturii limitează evaporarea, însă scade foarte mult

şi umiditatea maximă, ceea ce face să crească efectiv umiditatea relativă.

În practică, pentru a exprima diferenţa între umiditatea maximă la temperatura dată şi umiditatea absolută, se foloseşte termenul de *deficit de saturaţie*. Cu cît acest deficit este mai mare cu atît aerul poate primi mai mulţi vapori de apă şi ajută termoreglarea.

Cea mai frecventă formă de exprimare a umidităţii aerului rămîne însă umiditatea relativă, adică modalitatea care redă umiditatea în procente, motiv pentru care s-a explicat amănunţit de unde provin procentele respective şi ce înseamnă această noţiune.

În viaţa de toate zilele, atît temperatura cît şi umiditatea aerului sînt determinate ca factori ai ambianţei şi sub alte aspecte decît cele strict de confort termic. Astfel, pentru anumite procese tehnologice din industrie, experimente în laboratoare, conservarea unor alimente în depozite, păstrarea optimă a tablourilor în pinacoteci, sînt necesare condiţii adecvate de temperatură şi umiditate. Adeseori în aceste unităţi se văd aparate de măsurare a temperaturii şi umidităţii de tipul celor descrise.

În paragrafele precedente, enumerîndu-se factorii componenţi ai microclimatului, s-a arătat însă că temperatura şi umiditatea constituie numai 2 din cei 4 factori microclimatici. Deci o baterie de determinare a ambianţei termice este completă numai atunci cînd conţine aparatură şi pentru investigarea curenţilor de aer şi factorului de radiaţie. Desigur o astfel de aparatură există, dar spre deosebire de termometre şi higrometre este mai rar utilizată şi ca atare rar întîlnită ; de aceea, în cele ce urmează, se vor face referiri la aceasta numai ca principiu sau schemă, pentru informarea strict orientativă a cititorului.

4.1.3. Curenţii de aer

Curenţii de aer interesează din punct de vedere microclimatic ca direcţie şi viteză.

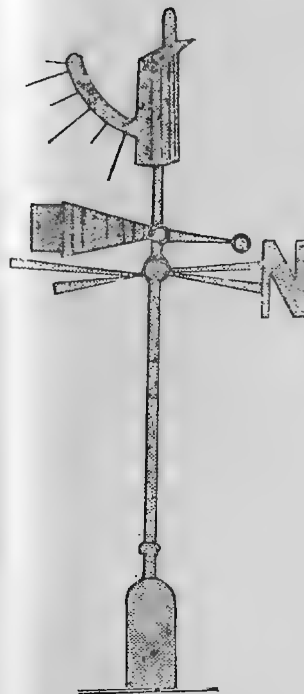


Fig. 20. — Giruetă pentru determinarea curenţilor de aer cu viteze mari.

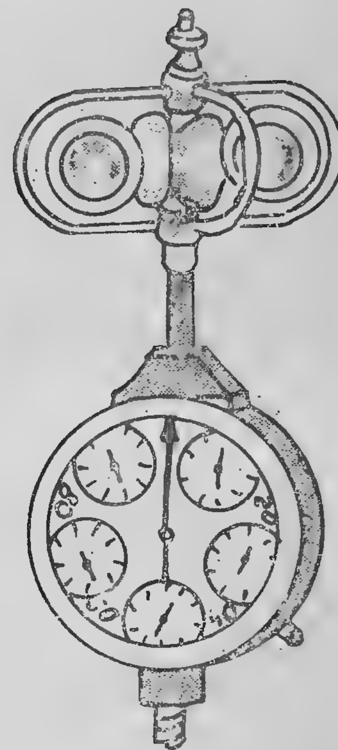


Fig. 21. — Anemometru cu cupe pentru determinarea curenţilor de aer cu viteze medii.

În interiorul unei camere, direcţia curentului se poate identifica uşor, fiind suficient a aprinde o ţigară şi a urmări direcţia de deplasare a fumului. În exterior, pe acelaşi principiu se utilizează *fumigatoare* speciale. Staţiile meteorologice dispun însă de o aparatură mecanică ceva mai complicată, ca spre exemplu *giruete* care indică direcţia curentului pe o busolă sau pe roza vînturilor (fig. 20).

Cele mai simple aparate pentru determinarea vitezei curenţilor de aer sînt cele bazate pe deplasarea (devierea sau rotirea) unor corpuri cu greutate foarte mică, în funcţie de viteza vîntului. Pentru a pune în mişcare partea sensibilă a acestor aparate numite *anemometre* curenţii de aer trebuie să aibă totuşi o oarecare viteză. Spre exemplu, anemometrul rotativ cu palete, la care curenţii pun în mişcare nişte palete extrem de fine, înregistrează de regulă curenţii între 0,5 şi 12 m/secundă.

O altă variantă a aparatelor bazate pe acest principiu, şi anume anemometrul cu cupe (fig. 21) este sensibil numai pentru curenţii cu viteze de peste 1 m/s.

Cum în locuinţe, grădiniţe de copii, birouri şi alte încăperi destinate condiţiilor obişnuite de trai, curenţii de aer sînt în general sub 0,5 m/s determinarea lor cu anemometrele obişnuite nu este posibilă. Cum anemometrele mai sensibile sînt foarte greu de realizat şi costisitoare, în acest caz se recurge la alte aparate ca, spre exemplu, cele care se bazează pe răcirea unui corp încălzit, răcire care se face în funcţie nu numai de temperatura aerului ci şi de viteza curenţilor de aer. Între acestea face parte şi *katatermometrul*, instrument inventat de către Hill în deceniul al doilea al secolului nostru, în scopul de a estima complex acţiunea ambianţei termice asupra pierderii de căldură a unui corp încălzit întocmai la temperatura corpului uman. Întrucît prezintă interes şi din acest punct de vedere şi este şi aparatul cel mai frecvent utilizat de către specialişti prin determinarea curenţilor de aer din încăperile de locuit, vom reţine puţin atenţia cu modul lui de funcţionare şi de utilizare la determinarea curenţilor de aer.

Katatermometrul (fig. 22) este un termometru cu alcool cu o tijă capilară divizată între 35 şi 38°C (temperatura medie 36,5°C asemănătoare corpului uman).



Expus într-un mediu termic obişnuit, katatermometrul în prealabil încălzit la rezervorul inferior, se răceşte treptat şi alcoolul coboară de la 38 la 35°C. Pierderea de căldură în timpul coborîrii alcoolului între cele două diviziuni, exprimată în milicalorii/1 cm^2, este o mărime constantă proprie fiecărui aparat, înscrisă pe el. Această mărime se notează simbolic cu F şi reprezintă *katafactorul*. Spre deosebire de katafactor care este constant, timpul de coborîre al alcoolului de la 38 la 35°C variază în funcţie de puterea de răcire a ambianţei în care s-a expus aparatul. Acest timp se măsoară în secunde de către cel care face determinarea şi se notează cu T. Făcînd raportul $\frac{F}{T}$ se află *puterea de răcire* a aerului care se notează simbolic cu H.H împărţit la temperatura medie a katatermometrului (36,5°C), minus temperatura aerului din momentul determinării, dă o valoare care, introdusă în tabelul nr. IV, ajută să se deducă cu mare precizie viteza curenţilor de aer.

Fig. 22. — Katatermometru, aparat utilizat în scopul cunoaşterii vitezei foarte mici a curenţilor de aer.

Tabelul nr. IV

Calcularea vitezei curenţilor de aer (viteza aerului mai mică de 1 m/sec.)

H	Viteza în m/sec. la temperaturi (în grade)							
Q	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.0	25.0	26.0
0,27	—	—	—	—	0,044	0,047	0,051	0,059
0,28	—	—	—	0,049	0,051	0,061	0,070	0,074
0,30	0,041	0,050	0,051	0,060	0,067	0,076	0,085	0,089
0,31	0,051	0,060	0,065	0,073	0,082	0,091	0,101	0,104
0,32	0,061	0,070	0,079	0,088	0,098	0,107	0,116	0,119
0,33	0,076	0,085	0,094	0,104	0,113	0,124	0,136	0,140
0,34	0,091	0,101	0,110	0,119	0,128	0,140	0,153	0,159
0,35	0,107	0,115	0,129	0,139	0,148	0,160	0,114	0,179
0,36	0,127	0,136	0,145	0,154	0,167	0,180	0,196	0,203
0,37	0,142	0,151	0,165	0,179	0,192	0,206	0,220	0,225
0,38	0,163	0,172	0,185	0,198	0,212	0,226	0,240	0,245
0,39	0,183	0,197	0,210	0,222	0,239	0,249	0,266	0,273
0,40	0,208	0,222	0,232	0,244	0,257	0,274	0,293	0,301
0,41	0,229	0,242	0,256	0,269	0,287	0,305	0,323	0,330
0,42	0,254	0,267	0,282	0,299	0,314	0,330	0,349	0,364
0,43	0,280	0,293	0,311	0,325	0,343	0,361	0,379	0,386
0,44	0,310	0,324	0,342	0,355	0,373	0,392	0,410	0,417
0,45	0,340	0,354	0,368	0,385	0,401	0,417	0,445	0,449
0,46	0,366	0,381	0,398	0,412	0,429	0,449	0,471	0,478
0,47	0,396	0,415	0,429	0,446	0,465	0,483	0,501	0,508
0,48	0,427	0,445	0,464	0,462	0,500	0,518	0,537	0,544
0,49	0,468	0,481	0,499	0,513	0,531	0,551	0,572	0,519
0,50	0,539	0,557	0,571	0,589	0,604	0,622	0,640	0,651
0,51	0,574	0,593	0,697	0,628	0,648	0,666	0,684	0,691
0,52	0,615	0,633	0,644	0,665	0,683	0,701	0,720	0,727
0,53	0,656	0,674	0,688	0,705	0,724	0,742	0,760	0,768
0,54	0,696	0,715	0,729	0,746	0,764	0,783	0,801	0,803
0,55	0,737	0,755	0,770	0,790	0,807	0,825	0,844	0,851
0,56	0,788	0,801	0,815	0,833	0,851	0,867	0,884	0,894
0,57	0,834	0,852	0,867	0,882	0,893	0,915	0,933	0,940
0,58	0,879	0,898	0,912	0,929	0,945	0,959	0,972	0,977
0,59	0,930	0,943	0,957	0,971	0,985	1,001	1,018	1,023
0,00	0,981	0,994	1,003	1,022	1,033	1,044	1,056	1,060

Katatermometrul permite determinarea curenţilor de viteze foarte mici, dar cu condiţia ca temperatura aerului să nu depăşească 32—33°C, deci în situaţii în care se încadrează în general microclimatul încăperilor obişnuite.

Ca *norme sanitare, mişcarea aerului* în încăperi *nu trebuie să depăşească 0,5 m/s*, dar nici un aer complet imobil nu este de dorit. O mişcare optimă a aerului se situează între 0,15—0,25 m/s, deoarece la aceste viteze nu se percepe deplasarea şi în schimb se favorizează dispersia de căldură prin convecţie şi evaporare de la organism spre mediu.

4.1.4. Radiaţiile calorice şi temperatura suprafeţelor

În aprecierea completă a microclimatului trebuie incluse şi radiaţiile calorice. Cel mai simplu pentru determinarea lor se utilizează *termocupluri pentru radiaţii*, aparate care au în schemă o sudură bimetalică : spre exemplu, dintre constantan şi manganin (fig. 23). Un capăt al sudurii este montat la adăpost de radiaţii, iar celălalt este expus lor. Ca atare se naşte un curent electric măsurabil cu un galvanometru. Prin îmbogăţirea schemei aparatului şi etalonarea indicaţiilor galvanometrului, se ajunge la traducerea pe o scală a radiaţiilor direct în calorii/centimetru pătrat/minut.

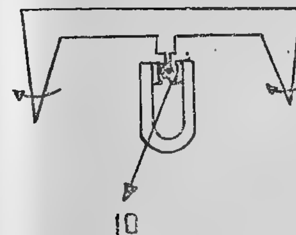


Fig. 23. — Schema unui termocuplu pentru măsurarea radiaţiilor calorice în încăperi.

Între intensitatea radiaţiilor astfel exprimată şi senzaţia de căldură asupra pielii stă relaţia expusă în tabelul nr. V.

Tabelul nr. V

Relația dintre intensitatea radiației asupra pielii omului și senzația de căldură

Intensitatea radiației cal./minut/cm² piele	Caracteristica senzației
0,4—0,8	slabă, poate fi suportată un timp nelimitat
0,8—1,5	moderată, poate fi suportată 3—5 minute
1,5—2,3	medie, se suportă 40—60 secunde
2,3—3,0	însemnată, se suportă 20—30 secunde
3,0—4,0	mare, se suportă 12—20 secunde
4,0—5,0	intensă, se suportă 8—10 secunde
peste 5	foarte intensă, se suportă 2—5 secunde

Determinarea intensității radiației calorice se mai face și cu aparate bazate pe alte principii, ca spre exemplu pe cel al transformării energiei radiante în energie calorică

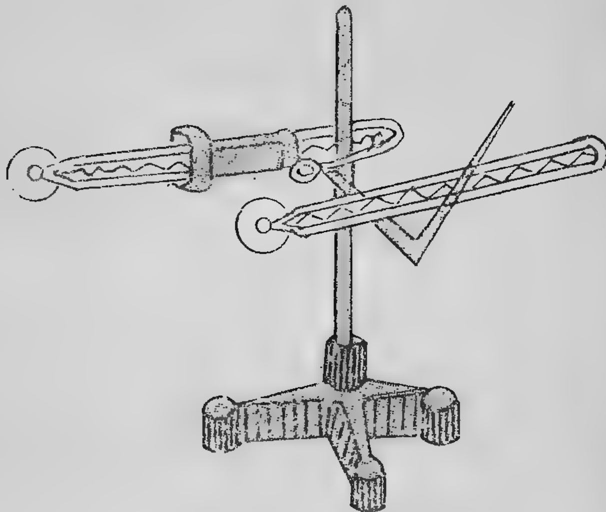


Fig. 24. — Actinometru utilizat în măsurarea radiațiilor calorice.

care se măsoară prin fenomenul de dilatare al mercurului sau a unor benzi metalice întocmai ca la termometru. De fapt un astfel de aparat numit *actinometru* (fig. 24) se

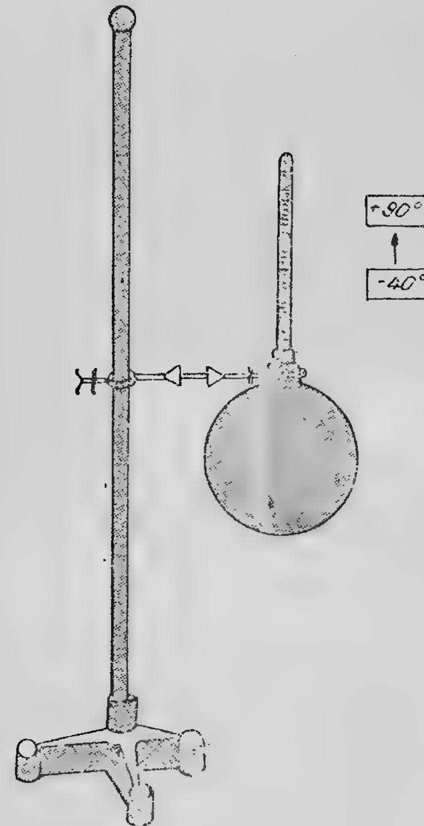


Fig. 25. — Globtermometru.

compune foarte simplu din două termometre: unul cu rezervorul negru (care absoarbe complet radiațiile), altul cu rezervorul alb (care reflectă aproape în întregime radiația). Diferența de temperatură dintre ele, înmulțită cu un factor de corecție specific aparatului, dă intensitatea radiației în calorii/cm²/min.

Un alt aparat de măsurare a fluxului radiant este *globtermometrul*, al cărui principiu se bazează pe absorbția și emisia de radiații specifice corpurilor negre (lega Prevost-Kirchoff). El este alcătuit dintr-un termometru cu mercur al cărui rezervor este amplasat într-o sferă bimetalică din cupru și aluminiu cu pereții foarte subțiri, vopsit în interior în negru (fig. 25).

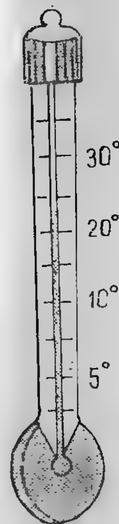
Globtermometrul se amplasează în locul în care dorim să facem determinarea și, după un timp de circa 20 minute, în care se produce o egalizare a globtermometrului și a ambianței termice datorită schimbului de căldură prin radiație și convecție, se indică temperatura medie de radiație.

Acest aparat nu se folosește foarte frecvent în practică pentru determinarea radiațiilor dar are valoare și ca model de exprimare al efectului combinat dintre temperatură și radiațiile calorice (indici complecși de exprimare ai ambianței).

Adeseori, în practică, în locul fluxului radiant, se determină temperatura unor suprafețe care emit radiații. Pentru aceasta se utilizează fie *termometre cu mercur cu rezervorul plat* (fig. 26) care se așează pe suprafața radiantă și se izolează de influența temperaturii aerului (cu vată, azbest, plută) fie *termometrele cu termistor*, bazate pe proprietățile semiconductorilor. Aceste aparate sînt prevăzute cu sonde speciale de contact cu suprafețele, excluzîndu-se astfel interferența altor factori termici din mediu.

Deși *temperatura pereților* unei încăperi de locuit, sau pentru alte condiții de viață similare, nu este strict normată din punct de vedere sanitar, *se indică să nu fie deosebită cu mai mult de 4°C de temperatura aerului*. Dacă, spre exemplu, temperatura aerului este de 18° iar a unui perete scade cu mai mult de 4°C, pe lîngă senzația de frig, alt inconvenient constă în faptul că vaporii de apă încep să condenseze pe peretele respectiv, ceea ce înseamnă igrasie, dezvoltarea ciupercilor, degradarea clădirii.

Din punct de vedere sanitar, se permite ca *temperatura unor corpuri pentru încălzit*, ca sobele și caloriferele, să atingă *cel mult 80°C*. Peste 80°C, apar efecte negative de diferite naturi. În acest sens se citează carbonizarea prafului depus pe corpul de încălzire sau uscarea aerului, cu efecte de disconfort.



4.2. Indicatori de apreciere a efectului microclimatului asupra organismului cu ajutorul scărilor de comparație și echivalență termică

Numeroase încercări au fost făcute pentru a integra într-un singur indice efectele a doi sau mai mulți factori microclimatici care influențează pierderea de căldură a organismului. În acest scop, cel mai mult s-au răspîndit scările de solicitare termică egală prin care să se poată aprecia ambianțe climatice de aceeași intensitate. Prin aceste metode s-a încercat astfel să se defi-

Fig. 26. — Termometru pentru măsurarea temperaturii pereților.

nească într-un indice global diferitele condiţii de mediu care pot duce la aceeaşi încordare fiziologică. Criteriile care stau la baza acestor indicatori sînt însă mai variate şi se pot grupa astfel : fizice sau instrumentale, subiective şi fiziologice.

4.2.1. Metode instrumentale

Metodele fizice sau instrumentale constau în măsurători cu ajutorul anumitor instrumente special construite a doi sau mai mulţi factori fizici ai ambianţei climatice. Aceste instrumente sînt de fapt modele mai mult sau mai puţin aproximative ale organismului uman, în sensul că răspunsul lor, în funcţie de factorii fizici ai ambianţei, caută să se apropie de forma în care, prin multiple reacţii, organismul omului stabileşte relaţii de schimb termic cu ambianţa.

Deci aceste instrumente au caracteristici fizice care le permit să răspundă la factorii solicitaţi ai ambianţei termice oarecum analog organismului.

Astfel, *termometrul cu glob uscat* (negru) *al lui Missenard*, prin care se determină temperatura rezultantă, este constituit dintr-un cilindru a cărui manevrare fixează schimburile de căldură prin convecţie şi radiaţie într-un raport similar corpului uman. El poate fi considerat ca un model fizic care reproduce însă numai o parte din fenomenele determinate la expunerea organismului la ambianţe termice, întrucît organismul mai pierde căldură şi prin alte modalităţi, spre exemplu prin evaporare. Acest caracter parţial se regăseşte şi la alte aparate din această grupă chiar dacă sînt mai perfecţionate. Astfel, deşi *termometrul cu glob umed* a fost conceput să realizeze schimbul de căldură cu mediul nu numai prin convecţie şi radiaţie dar şi prin evaporare, nu a reuşit să imite şi producerea de căldură metabolică din organism care întreţine dinamica schimbului de căldură cu mediul. Desigur încercări în acest sens s-au făcut, dar nu foarte reuşite, deoarece este greu să reglezi un aport de energie calorică identic cu cel realizat în mod complex în organism.

Foarte simplu, unele aparate ca spre exemplu *frigorimetrul Dorno*, măsoară puterea de răcire a aerului, pe baza curentului electric consumat pentru reglarea permanentă a temperaturii aparatului între 36,5 şi 37,5°C, extreme termice care imită termoconstanţa corpului uman la valori aproape similare. Acest principiu este însă mult prea simplist în comparaţie cu gama largă de reacţii pe care o implică termoreglarea.

Mai merită menţionat între aceste aparate *eupateoscopul*, care măsoară un indice care include solicitarea termică produsă asupra organismului de temperatura aerului, temperatura de radiaţii şi viteza curentului de aer. Deşi omite umiditatea aerului, acest aparat este considerat destul de bun deoarece prin construcţie se apropie ceva mai mult de condiţiile reale ale cedării de căldură a corpului omenesc. Mărimea suprafeţei sale se apropie mai mult de cea a corpului uman decît la alte instrumente similare iar suprafaţa care cedează căldură este încălzită imitînd mai bine suprafaţa caldă a pielii. Mai tîrziu, s-au stabilit ecuaţii cu ajutorul cărora indicele determinat de eupateoscop (temperatură echivalentă) poate fi calculat teoretic pe baza determinării separate a factorilor de mediu pe care îi înglobează.

Reamintim în grupa instrumentelor care măsoară efectul complex al ambianţei şi *globtermometrul*, aparat care permite evaluarea pierderii de căldură nu numai în funcţie de temperatura aerului ci şi de radiaţiile calorice din mediu (fig. 25).

Unul din ultimele aparate din această grupă, conceput în America în 1968, este *aparatul pentru măsurarea indi-*

celui WBGT al lui Walters; acest indice a fost dezvoltat pe baza determinărilor separate de temperatură uscată (cu termometrul obişnuit) şi umedă (cu termometrul cu bulbul umectat), temperatura la globtermometru şi viteza aerului, pe baza formulei: 0,7 temperatura termometrului cu bulb umed + 0,2 temperatura globtermometrului + 0,1 temperatura termometrului obişnuit. Aparatul dă rezultate la fel ca cele obţinute prin formulă, permiţînd ca pe bază de instrument să obţinem o apreciere complexă a mediului, apreciere care este analogă cu aceea care va fi descrisă în continuare la scările de echivalenţă.

În gama instrumentelor care au fost inventate şi se inventează în continuare în scopul aprecierii concomitente a acţiunii complexe a factorilor de microclimat asupra pierderii de căldură a organismului, *katatermometrul* inventat de *Hill* încă din anul 1916 rămîne ca un instrument preferabil, fiind cel mai simplu. Katatermometrul măsoară puterea de răcire a ambianţei asupra unui corp ce-şi păstrează temperatura medie la 36,5°C asemănătoare temperaturii corpului uman. Puterea de răcire a aerului depinde de toţi factorii ambianţei ce condiţionează pierderea de căldură a corpului: temperatură, umiditate, curenţi de aer şi radiaţii calorice. Cum funcţionează katatermometrul şi cum se ajunge la determinarea puterii de răcire (factorul H sau katavaloarea), s-a arătat la determinarea vitezei curenţilor de aer. La modul de determinare al puterii de răcire al aerului, ca fază intermediară în determinarea vitezei curenţilor de aer, nu se lua însă în seamă factorul de umiditate a aerului. Pentru a se integra în complexul microclimatic şi acest factor, ca participant la posibilitatea de dispersie a căldurii katatermometrului, se înveleşte rezervorul său inferior cu un tifon umed. Răcirea se va face astfel şi prin procesul de evaporare şi umiditatea va apărea integrată în puterea de răcire a aerului, calculată din factorul indicat pe aparat şi timpul

de răcire, între o valoare uşor deasupra (38) şi uşor dedesubtul (35) temperaturii medii de 36,5°C. Iniţial în practică s-a utilizat *katavaloarea uscată*, stabilindu-se cu ajutorul ei indicaţii asupra acţiunii puterii de răcire a aerului asupra organismului, ţinînd seama că pe suprafaţa katatermometrului uscat se pierde căldură de 4 ori mai mult decît la nivelul corpului uman. În industrie, în muncile cu efort fizic mediu, se consideră că dacă *katavaloarea este între 5,5—5,6 muncitorul se găseşte în stare de confort; la valori peste 7,0 simte disconfort de frig, iar la cele sub 5,0 — de cald.* A face însă această analogie este oarecum simplist, deoarece termoreglarea şi confortul termic nu pot fi gîndite mecanic, fără componente fiziologice specifice numai hemeotermelor.

Totuşi, cu toate deficienţele pe care acest instrument le prezintă, s-au făcut numeroase încercări pentru reabilitarea şi reutilizarea sa. Această atitudine ar fi îndreptăţită prin faptul că între pierderea de căldură a organismului, calculată după criterii fiziologice, şi katavaloarea umedă, există un raport reciproc bine definit între anumite limite ale factorilor de microclimat; mai concret katavaloarea umedă concordă destul de mult cu pierderea de căldură a organismului şi reflectă destul de precis evoluţia ei, între temperaturile aerului de la 16 la 25°, viteza curenţilor de aer sub 1 m/s şi o umiditate mijlocie. Or, aceste condiţii sînt frecvent întîlnite în încăperile destinate condiţiilor obişnuite de trai.

În încheiere, se subliniază totuşi că analogia pe care o prezintă cu organismul uman toate aceste aparate care au fost enumerate nu valorează decît pentru estimarea globală, foarte relativă, a schimburilor de căldură dintre corp şi ambianţă. Nici unul dintre aceste modele instrumentale nu comportă elemente susceptibile de a simula reacţii fiziologice şi acest lucru este foarte greu de realizat.

4.2.2. Scările de echivalență termice bazate pe criterii subiective

Criteriile subiective, respectiv senzațiile termice, stau la baza construirii scărilor de echivalență termice. Principiul lor are la bază concepția că două ambianțe în care factorii individuali de microclimat (temperatură, umiditate, curenți) sînt diferiți, dar în combinație dau aceeași senzație termică, pot fi considerate echivalente.

În primele decenii ale secolului XX F. C. Houghten și C. P. Yaglou (1923) și C. P. Yaglou și W. W. Miller (1925), de la Societatea americană pentru încălzit și ventilație, au creat o astfel de scară numită *temperatură echivalent efectivă*. Ea este foarte răspîndită și în prezent, ca un indice al celor trei parametri ai aerului : temperatură, umiditate și viteza curenților.

La baza concepției creării acestui indice s-a considerat temperatura aerului, care poate fi apreciată cel mai bine cînd aerul este imobil și saturat la maximum (umiditate relativă sută la sută) cu vapori de apă. Se notează temperatura aerului și senzația termică. Spre exemplu, 21°C temperatură și senzația termică de cald plăcut (cald gradul unu). Dar aceeași senzație termică se poate obține într-un aer imobil și la 21,9°C temperatură, dacă umiditatea scade la 80%, sau într-un aer în mișcare (viteza curenților de 0,5 m/s) la temperatura de 23,9°C și umiditatea de 50%. Acestea sînt considerate temperaturi efective echivalente deoarece produc aceeași senzație termică. Senzația termică permite acest joc de asociere compensatorie a diferiților factori de microclimat, întrucît ea depinde de pierderea globală de căldură și mai puțin de felul cum intervine separat fiecare factor de microclimat în perceperea ei.

În urma unui mare număr de asocieri de tipul celei exemplificate, s-au stabilit toate combinațiile care dau

aceeași temperatură (echivalent efectivă) de la 0° pînă la aproape 40°C. Pe baza lor s-au trasat nomograme (fig. 27) care ne permit ca din determinarea separată a factorilor de microclimat să aflăm imediat, fără o investigare complicată, un indice global asupra ambianței termice.

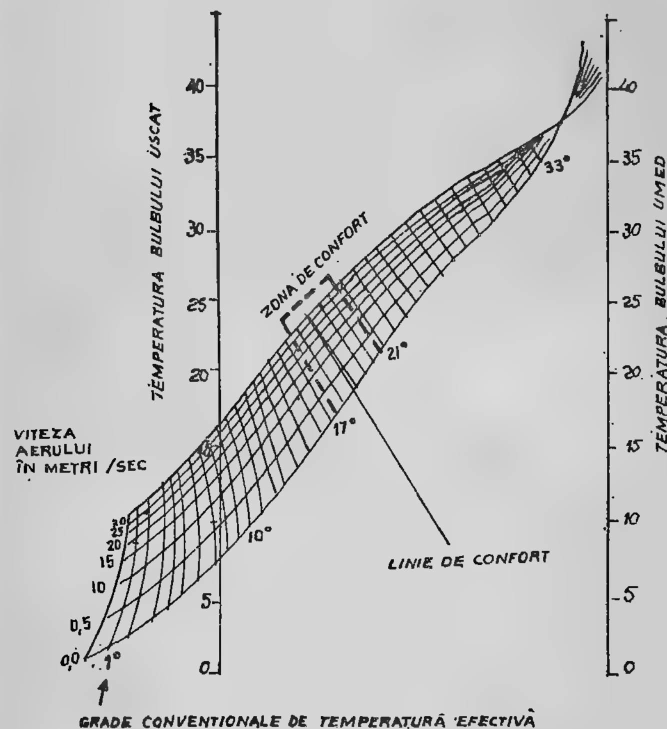


Fig. 27. — Scara temperaturilor efective.

Datele necesare sînt : temperatura aerului măsurată cu termometrul uscat, o indicaţie despre umiditatea aerului care se obţine de la un termometru cu rezervorul umectat (temperatura umedă) şi viteza curenţilor de aer, care se determină cu katatermometrul sau cu un anemometru foarte sensibil.

Dacă pe nomogramă se unesc cu o dreaptă cele două temperaturi şi se caută intersecţia ei cu linia ce reprezintă viteza curenţilor de aer ce a fost determinată, se obţine temperatura echivalent efectivă. Intersecţia corespunde pe liniile transversale din nomogramă, temperaturii echivalent efective exprimată în grade Celsius.

Paralel cu crearea scării de temperatură echivalent efective, inginerii şi igieniştii americani au stabilit şi valori optime ale gradelor de temperatură echivalent efective, respectiv au inserat pe această scară, zona de confort termic. Pentru iarnă, aceste valori au fost cuprinse atunci între 17,2° şi 21,7°C iar pentru vară între 18,9° şi 25,0°C.

Scara temperaturilor echivalent efective a avut încă de la crearea ei numeroase obiecţii. Una dintre cele mai serioase s-a referit la faptul că se consideră acelaşi grad de încordare a termoreglării pe baza unui indicator ca senzaţia termică, care, cu toată specificitatea sa, rămîne un indicator subiectiv. Această obiecţie a fost printre primele atenuate deoarece înşişi creatorii scării de temperatură echivalent efective au demonstrat că dacă s-ar folosi alt indicator al testării încordării termoreglării în locul senzaţiei termice, ca, spre exemplu, temperatura cutanată, liniile de temperatură echivalent efectivă ar rămîne valabile.

Nici alte critici, ca faptul că această scară supraestimează rolul umidităţii aerului în complexul ambiental termic nu au stînjenit prea mult răspîndirea temperaturii echivalente efective. Deşi o oarecare supraestimare a umidităţii aerului se produce pe nomograma temperaturii echivalent efective, este totuşi mai acceptabil acest punct de vedere decît a îmbrăţişa concepţiile opuse care au apărut ca ripostă negînd total importanţa umidităţii aerului în schimbul termic dintre organism şi mediu. Ne referim la noţiunile de *temperatură operativă* lansată de Winslow în S.U.A., de *temperaturi influente* concepute de Gini în Italia, de *temperatura perceptibilă* folosită adeseori în Germania etc.

O deficienţă mare a scării de temperatură echivalent efectivă o constituie însă faptul că nu înglobează factorul de radiaţie între factorii ambianţei termice, care solicită pierderea de căldură a organismului.

În aprecierea normelor zonei de confort termic în grade de temperatură echivalent efectivă în încăperi de locuit, factorul de radiaţie poate fi omis numai dacă temperatura aerului este egală sau aproape egală cu temperatura pereţilor camerei. Dar această situaţie specifică clădirilor tradiţionale, cu pereţii groşi din cărămidă, nu se mai întîlneşte la clădirile moderne cu pereţii prefabricaţi din beton şi alte materiale cu labilitate termică mai mare. De aceea, azi pare mai indicat a exprima ambianţa termică a unei încăperi printr-un indicator care să înglobeze şi factorul de radiaţii. Cel mai comod din acest punct de vedere este *temperatura echivalent efectivă corectată*, în sensul de a îngloba în nomogramă şi factorul de radiaţii. Aceasta se obţine fie măsurînd temperatura în locul termometrului obişnuit cu globtermometrul fie introducînd în formulă în locul temperaturii uscate o valoare care să reprezinte rezultatul : 0,45 temperatură aer + 0,55 temperatură medie a suprafeţelor înconjurătoare camerei (perete, podea, plafon).

La acest lucru s-a gîndit încă din anul 1933 profesorul Missenard din Franţa şi lui îi aparţine corectura respectivă. Valorile astfel obţinute corespund cu determinările prin indicele lui Walter şi aceste două metode de apre-

ciere complexă a ambianței termice sînt considerate dintre cele mai bune și complexe chiar și la ora actuală.

4.2.3. Scările de echivalență termice bazate pe criterii fiziologice

Diferite ambianțe termice pot fi considerate echivalente pe criterii fiziologice ca : temperatura centrală, temperatura cutanată, sudorația, frecvența cardiacă etc., dacă determină reacții fiziologice egale. În această grupă de indicatori se înscriu : a) *Scala temperaturilor operative a lui Gage* (care are la bază criteriul încărcărilor de căldură prin radiație și convecție impuse organismului de ambianță). b) *Indicele sudorației previzibile a lui Hamar* (care ia în considerație efectuarea integrală a termolizei prin transpirație — deci privește intensitatea pierderilor de lichide prin evaporare). c) *Indicele P_4SR al lui McArdle* (care evaluează cantitatea de sudorație în timp de 4 ore, ținînd seama nu numai de ambianță ci și de efort și de îmbrăcăminte).

Alt indicator frecvent utilizat în această grupă este *Indicele de Solicitare Termică* (HSI) *al lui Belding și Hatch* care este un indice al încordării reglării termice, care se bazează pe faptul că ansamblul căldurii care se poate pierde de către organism prin evaporarea transpirației este suma algebrică a căldurii elaborată de organism și a schimbului de căldură în ambianța termică (prin convecție și radiație). El se exprimă în practică prin raportul procentual dintre cantitatea de căldură ce trebuie eliminată și cea care poate fi eliminată. Spre exemplu, dacă el este 90 (se determină prin investigații complicate și interpretări pe o nomogramă) înseamnă că procentul de căldură de eliminat este 90% din posibilitățile de eliminare pe care le asigură ambianța investigată. Cînd indicele de

solicitare termică depășește 100 este vorba evident de o solicitare termică importantă deoarece căldura de eliminat este mai mare decît ceea ce mediul poate primi. Muncitorii fiind aclimatizați pot suporta un mediu cald (prin scăderea în compensație a umidității aerului) pînă la valorile HSI de 170—180%, dar la atingerea acestora trebuie intervenit.

Gama acestor indicatori este mult mai mare decît cea expusă aici dar nu este cazul să fie înfățișată în totalitate, constituind *probleme de specialitate în domeniul igienei muncii, unde acești indicatori se folosesc pentru evaluarea stressului termic de cald.*

5. ACȚIUNEA MICROCLIMATULUI CALD ȘI RECE. TIPURI DE MICROCLIMAT

Homeostazia termică a organismului este mult îngreunată într-un mediu termic defavorabil dispersiei căldurii sale. În funcție de valorile factorilor de microclimat, de durata relației organismului cu acești factori, de particularitățile organismului expus (sex, vîrstă, stare de sănătate, nutriție și antrenament prin expuneri similare anterioare), omul se poate adapta sau poate prezenta tulburări cu caracter fiziopatologic. În special în industrie există nenumărate locuri de muncă cu un *microclimat* care ridică astfel de probleme.

Ne referim în primul rînd la locurile de muncă *cu temperatură și umiditate ridicate*, această asociație fiind dintre cele mai negative pentru bilanțul termic al organismului. Prin temperatura ridicată se împiedică schimbul de căldură prin conducție-convecție, iar prin umiditatea înaltă și cel prin evaporare.

Uneori temperatura și umiditatea ridicată sînt impuse de înseși necesitățile proceselor tehnologice, ca spre exemplu filaturile de bumbac și de lînă. Alteori, acești factori sînt degajați în decursul procesului tehnologic chiar dacă

nu sînt utili, aceasta fiind situația din vopsitorii, spălătorii, călcătorii, distilerii, fabrici de zahăr, conserve etc. O temperatură ridicată și o umiditate mare se mai întîlnesc și în minele de exploatarea cărbunelui, a metalelor și a altor zăcăminte subterane. Cu cît mina este mai adîncă, cu atît temperatura este mai ridicată, deoarece la fiecare 100 m în profunzime temperatura crește cu 2,5°C.

În sălile publice de adunări, spectacole, în camere mari de spital supraîncălzite și foarte aglomerate, se poate crea de asemenea un microclimat cald și umed.

Un alt tip de *microclimat* este cel *cald și uscat*, întîlnit în industria siderurgică (furnale, cuptoarele Siemens-Martin, turnătorii de fontă și oțel, cocserii, laminoare, secții de pregătirea minereurilor), industria metalurgică constructoare de mașini (ateliere de topire și turnare a fontei, oțelului, metalelor neferoase), industria termoenergetică (sala turbinelor și cuptoarele de vaporizare din termocentrale), fabricile de ciment, cărămizi, teracotă, sticlă, industria cauciucului, fabricile de pîine și alte produse alimentare, fabricile de săpun etc. În muncile agricole grele, prestate exclusiv manual în trecut, în sezonul de vară se creau de asemenea condiții grele de menținere a echilibrului termic. Dacă în repaus cantitatea de căldură produsă de organism este de circa 70 cal/oră, în timpul efortului intens, specific muncilor agricole manuale, ea poate atinge pînă la 300—400 cal/oră, ceea ce necesită și o eliminare sporită cu totul dificilă în ambianța foarte caldă și uscată a verii.

Ridicarea temperaturii aerului se asociază de regulă și cu creșterea radiației calorice naturale sau emise în spații închise de corpuri încălzite (cuptoare, topitorii, radiatoare), ceea ce îngreunează și mai mult dispersia de căldură a corpului uman.

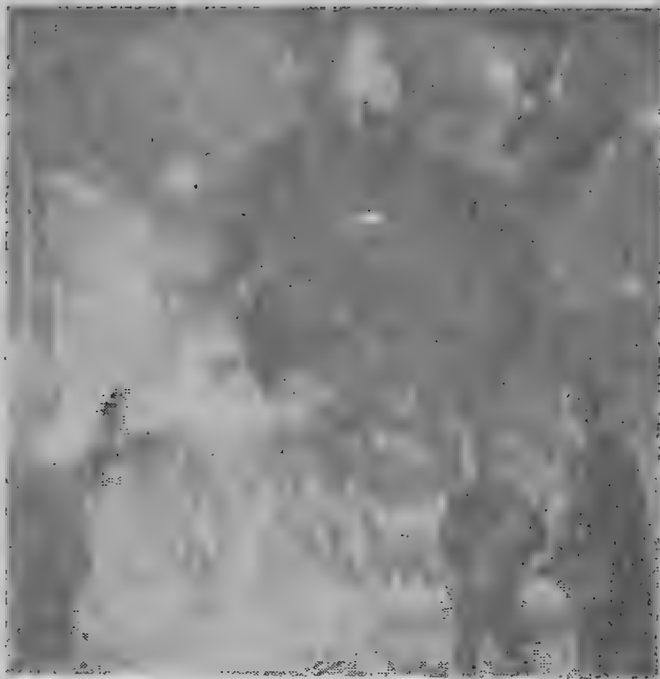


Foto 2. — Expunere la căldură și radiații calorice.

Sensibilitatea la căldură diferă de la persoană la persoană, în funcție de o serie de factori individuali. Persoanele obeze, alcoolice, cele suferinde de ateroscleroză sau hipertiroidism, sînt mult mai sensibile la căldură. În raport cu vîrsta și sexul, persoanele mai în vîrstă și femeile suportă mai greu căldura.

O rezistență specială o conferă gradul de aclimatizare. S-a constatat astfel că persoanele expuse gradat, prin repetiție, la temperaturi ridicate, dobîndesc o rezistență artificială (deosebită de cea genetică sau naturală) și fac față pierderilor de căldură fără alte efecte secundare negative. Spre exemplu, se știe că prin transpirația sporită apărută în ambianțe foarte calde, mai ales în timpul unui efort fizic, se pierd diferite substanțe din organism (sudoarea conține clorură de natriu între 0,1—0,8%, aminoacizi, vitaminele B_1, C etc.). Or, la persoanele aclimatizate, aceste substanțe sînt prezente în sudoare în cantități mult mai mici.

Microclimatul cald produce efecte *imediate* în funcție de intensitatea sa. Dacă este moderat, determină modificări patologice ușoare, iar dacă este excesiv, produce tetanie sau crampe calorice (prin dezechilibrul hidrosalin) și șoc caloric (prin epuizarea centrilor termoregulatori).

Manifestările patologice ușoare imediate ale microclimatului cald se caracterizează printr-o gamă largă de simptome. Senzația termică este de căldură și înăbușire. Pielea se prezintă caldă și umedă. Apare tahicardia, ca urmare a efortului cardiac în redistribuirea sîngelui pentru asigurarea vasodilatației tegumentelor, și dispneea, ca răspuns la intensificarea evaporării la nivelul căilor respiratorii precum și a creșterii consumului de oxigen de către organism. Pulsul este accelerat, iar tensiunea arterială poate scădea (ca urmare a scăderii tonusului vaselor periferice) sau crește (dacă se adaugă un efort fizic). Sîngele suferă o hemoconcentrație și o creștere a vîscozității datorită pierderii de apă prin transpirație. Urina este redusă și concentrată, deoarece, crescînd transpirația, scade eliminarea lichidelor pe cale renală de la 50—70%, cît este normal, la numai 10—15%. Consecutiv pot apărea fenomene de iritație și infecție pe căile urinare. Secrețiile digestive și aciditatea gastrică diminuează ca urmare a pierderii de cloruri pe de o parte (prin transpirație), și inge-

rării de mari cantități de apă, pe de altă parte. Tulburările digestive îmbracă uneori un caracter puternic precumpănind față de celelalte simptome, chiar față de cele cardiovasculare, care sînt cel mai adesea pe primul plan. În această fază, nu sînt modificări obiective neurologice, dar se observă o diminuare a capacității intelectuale, amețeli, grețuri, dureri de cap, parestezii.

Diferitele manifestări ale expunerii moderate la un microclimat cald pot să îmbrace adeseori aspectele unor îmbolnăviri greu de diagnosticat.

Manifestările patologice grave imediate de tipul tetaniei și șocului caloric sînt prezentate în continuare, deși mai rar întîlnite, ca exemple de ceea ce poate însemna in extremis pentru organism microclimatul cu temperaturi ridicate.

Tetania apare la diferite temperaturi în funcție și de efortul fizic. De regulă ea apare la temperatura aerului de peste 40°C, dar dacă efortul fizic este foarte intens poate apărea și la 36°C. Boala începe prin senzația de sete, oboseală, vărsături, dureri de cap, oligurie (scăderea cantității de urină). Temperatura corpului poate fi normală sau ușor crescută. Pulsul este neregulat și atinge ca frecvență 120 bătăi pe minut, iar respirația devine dificilă. Treptat apare o stare de excitație nervoasă pînă la agitație, sau anxietate puternică, corpul este acoperit de transpirație, iar mușchii, în special cei mai solicitați de efortul fizic, fac crampe foarte dureroase. Ceea ce generează aceste crampe, care constituie simptomul major al suferinței, este pierderea de clorură de sodiu și apă din sînge ca urmare a deshidratării. De aceea, cea mai bună metodă de a scoate o persoană din starea de crampă calorică, este de a-i da să bea sifon cu sare de bucătărie.

Șocul caloric este o formă și mai gravă de acțiune a ambianței calde. El presupune efort fizic într-o ambianță cu temperatura mai mare decît temperatura corpului, umiditatea crescută și absența curenților de aer.

În stadiul de început pot fi prezente simptome datorită deshidratării, ca spre exemplu crampele calorice. În perioada de stare sînt caracteristice consecințele scoaterii din funcțiune a mecanismelor de termoreglare: creșterea temperaturii corpului și dispariția secreției sudorale. În faza de stare inițială pielea este roșie, uscată, caldă, iar pulsul și respirația rapide, conștiința obnubilată. În faza de stare finală pielea devine cianotică, tensiunea arterială scade foarte mult (colaps), respirația devine superficială, apar zgomote în urechi, ceață în fața ochilor, temperatura crește treptat spre 41—42°C, cel expus devenind adinamic (inițial poate fi agitat psihomotor pînă la convulsii) și intră în comă. Hipertermia produsă cu toate consecințele ei poate duce la moarte. Sînt foarte rare ocaziile în care omul ar putea ajunge în contact cu un mediu termic atît de nociv. La primele semne de șoc termic cel afectat va fi dus din mediul respectiv într-un alt loc mai răcoros și i se vor face băi sau dușuri călduțe cu temperaturi din ce în ce mai scăzute. La nevoie se intervine cu oxigeno-terapie. De asemenea administrarea de clorură de sodiu este foarte indicată.

Cei sensibili vor evita condițiile care duc la tetania calorică sau șocul termic. De obicei, se obține o adaptare progresivă la un mediu cald, într-o perioadă destul de scurtă de timp — între 1 și 3 săptămîni, — cu condiția să nu se întrerupă contactul zilnic cu mediul respectiv. Această adaptare se consolidează însă în 4—6 luni, în care condițiile de expunere trebuie de asemenea repetate iar omul supravegheat. Dacă o persoană nu prezintă semne de adaptare în decursul a circa 3 săptămîni, la condițiile unui microclimat mai cald, sau face accidente grave, va fi considerată sensibilă și deci va evita total alte expuneri ulterioare.

Accidentele termice de tipul celor enumerate mai sus nu trebuie în general să îngrijoreze, deoarece în viața de toate zilele, omul nu are contact cu ambianța termică la care să nu fie adaptat ontogenetic și filogenetic.

Problema expunerii profesionale la supraîncălzire pentru muncitorii din industrie se rezolvă cu multă grijă. Ei sînt selecționați după rezistența pe care o au la acest mediu și se urmărește aclimatizarea lor treptată. Muncitorii din industrie sînt urmăriți medical pentru a nu suporta consecințele defavorabile ale unei ambianțe care împiedică bilanțul termic normal al organismului cu mediul. *Reducerea efectelor microclimatului cald din industrie* se obține prin diferite soluții ca : *dușurile de aer* care activează pierderea de căldură prin convecție și conducție, *îmbrăcăminte care să asigure ventilație subvestimentară și protecție față de radiațiile calorice, perdele de apă* în fața surselor ce degajă căldură și *automatizarea* cît mai înaltă în procesele de producție ce se desfășoară la temperaturi ridicate.

În afara efectelor imediate, un microclimat chiar moderat, produce în timp e f e c t e c r o n i c e, mai ales dacă este vorba de o acțiune permanentă de 24 de ore ca în cazul locuințelor supraîncălzite.

Acțiunea *îndelungată* a căldurii poate duce la diferite consecințe ca : *hipotensiunea arterială, creșterea frecvenței bolilor cardiace, inapetență, și alte tulburări gastrointestinale ca gastrite, colite, gingivite ; iritația rinichiului, anemie, infecția pielii, neurastenie, ideație lentă, deficiențe de atenție și memorie, hipofuncția corticosuprarenală.* Desigur, nu este prea ușor a diferenția în grupa cauzelor care produc aceste tulburări rolul căldurii, dar cert este că ambianța prea caldă ar putea fi o cauză a lor.

Sperăm că cele spuse să fie argumente pentru a se accepta, acolo unde condițiile de muncă n-o impun, un me-



Foto. 3. — Automatizarea majorității proceselor de producție permite desfășurarea muncii în condiții termice foarte bune.

diu mai mult rece decît cald, cu o ușoară mișcare decît stagnant, deoarece acest mediu este mai propice nu numai termoreglării ci și altor funcții ale organismului.

O altă categorie de microclimat care poate influența negativ organismul este *microclimatul rece*. De la început trebuie spus că în general organismul uman este mai rezistent la scăderea temperaturii ambiante decît la creșterea ei. Bineînțeles, există anumite limite. Efectele frigului nu sînt de dorit, deoarece, cu toată rezistența organismului (viața poate fi salvată și la scăderea temperaturii corpului cu 10—15°C sub normal), se produc modificări fiziopatologice și îmbolnăviri.

Local, frigul produce *spasme vasculare, resimțite prin amorțeli, furnicături, pierderea sensibilității, îngreunarea mișcărilor extremităților.*

Acțiunea *generală* a frigului asupra organismului se manifestă în două faze. În prima fază, numită și *faza de luptă*, pentru a menține echilibrul termic se produce vasoconstricție, *tahicardie, hipertensiune arterială, hemoconcentrație, tahipnee, creșterea metabolismului.* Poate crește ușor glicemia și temperatura corpului. În *faza de decompensare se intră în hipotermie, metabolismul scade, ritmul cardiac devine rar și aritmic, respirația lentă și superficială, tensiunea arterială se prăbușește.* Mintal, cel afectat prezintă o stare confuzională și nu mai reacționează normal la lumină prin micșorarea pupilei. *Moartea apare prin oprirea inimii sau respirației.* De asemenea, afectarea sistemului nervos central poate fi o cauză a încetării vieții la temperaturi extrem de joase datorită anoxemiei cerebrale (la frig hemoglobina nu mai cedează oxigenul ce-l transportă la țesuturi).

Omul este expus foarte rar acțiunii intense a frigului, deoarece el beneficiază de îmbrăcăminte ca un mijloc excelent de protecție .Agricultorii, paznicii, constructorii, muncitorii forestieri, marinarii și cei care lucrează în instalații

frigorifice (depozite de gheață, de alimente) *uzează de costume cu straturi de aer izolatoare* (cu cît stratul de aer izolator este mai mare, cu atît protecția contra frigului este mai bine realizată) și *de încălțăminte cu fețe groase și talpă bine izolată*, care îi ferește de pierderea mare de căldură și acțiunea directă a frigului.

Totuși, în viața de toate zilele sînt destul de frecvente afecțiunile favorizate de o expunere accidentală la frig sau de acțiunea mai îndelungată a unui microclimat chiar numai moderat mai rece. În afecțiunile accidentale se citează *angionevrozele, degerăturile, mialgiile, artritele, nevralgiile, rinitele, bronșitele, pneumoniile acute, glomerulonefrita acută.*

Acțiunea cronică a frigului este incriminată în *reumatismul poliarticular cronic, nevralgiile și nevritele cronice, în afecțiunile vasculare periferice* (endarterita obliterantă), *bolile respiratorii* etc.

În general, persoanele neantrenate expuse la frig și variații termice au o rezistență mai scăzută la infecții. Forțele de protecție imunobiologică a organismului diminuează în cazul scăderii temperaturii corpului iar reflexele vasoconstrictive din organele interne le anemiază și predispun la infecții. Frigul produce și alte tulburări locale și generale care explică intervenția sa în starea de sănătate a omului.

Persoanele bine adaptate la frig fac însă față în limite destul de largi acțiunii temperaturii scăzute. O persoană adaptată față de una neadaptată prezintă o reacție mai promptă și mai intensă atît în ceea ce privește creșterea termoproducției (metabolism) cît și scăderea termolizei (prin vasoconstricție periferică).

Microclimatul dinamic cu variații bruște de temperatură de la frig la cald și invers este un alt tip de microclimat la care omul este de asemenea solicitat adesea să-i facă față.

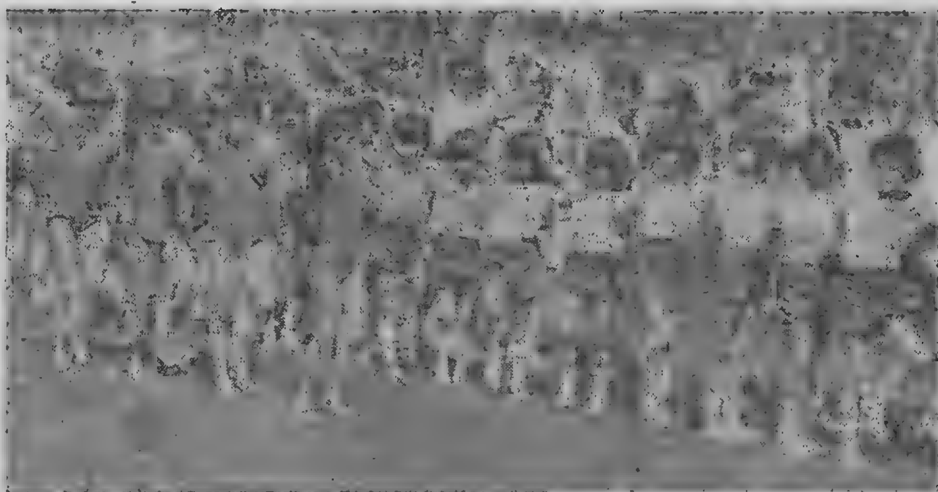


Foto. 4. — Călirea organismului se începe din copilărie.



Foto 5. — Diferitele competiţii sportive sînt un factor excelent de menţinerea rezistenţei organismului şi puterii sale de adaptare la ambianţe diferite.

Adaptarea la variațiile bruște de microclimat cunoscută și sub denumirea de *călirea organismului* presupune o foarte bună labilitate vasculară, respectiv ca vasele sanguine periferice să poată trece ușor de la vasodilatație la vasoconstricție sub influența excitanților calzi sau reci, variabili în timp. Aceasta se obține ca și în cazul adaptării la rece sau cald, prin antrenament.

Spre deosebire de microclimatul de seră, microclimatul dinamic duce la creșterea rezistenței organismului la diverse îmbolnăviri. Bineînțeles, microclimatul dinamic pentru a rămîne o ambianță sanogenetică se cere a fi bine dozat, să nu depășească posibilitățile de adaptare ale omului. În caz contrar, se ajunge la îmbolnăvire gravă. Cei mai bine aclimatizați oscilațiilor microclimatului sînt oamenii care prin băi sau dușuri alternează excitantul termic cald-rece, fac exerciții fizice și sport, băi de aer și soare.

În încheierea acestui capitol ținem să subliniem că adaptarea sau călirea organismului obținută la un moment dat la diferite ambianțe termice nu este permanentă, ea necesitînd o întreținere disciplinată ca în orice deprindere.

6. ZONA DE CONFORT TERMIC. NORME SANITARE

Confortul termic este o stare pe care omul din zilele noastre o pretinde în cele mai diferite condiții. În locuință, la locul de muncă, într-un tren, într-o sală de studiu sau spectacol, omul vrea să se simtă confortabil în primul rînd din punct de vedere termic. Pentru a rezolva această problemă a fost nevoie în primul rînd să se cunoască ce înseamnă pentru majoritate, confortul termic. Aceasta a dus la stabilirea unor *zone de confort termic* care *înglobează acel ansamblu microclimatic* (cu toți factorii care îl compun) *care asigură la un număr cît mai mare de oameni, senzația de confort termic.*

Practic, zona de confort termic se exprimă într-un indicator care înglobează factorii de microclimat (spre exemplu în grade de temperatură echivalent efectivă) și se stabilește prin experimentări pe loturi de persoane sănătoase, tinere, bine aclimatizate. Acestea sînt utilizate la testarea unor ambianțe microclimatice diferite. Cînd marea majoritate din cei testați au senzația de confort termic se consideră că ambianța respectivă constituie condiția ideală de confort și se notează ca *linia de confort termic.* Niciodată însă, sută la sută din cei testați nu vor decla-

ra ca optimă aceeaşi ambianţă termică, ci în medie 90% va reprezenta majoritatea care decide. De o parte şi de alta a liniei de confort există ambianţe termice apropiate în care cel puţin 50% din persoanele testate au senzaţia de confort. Acestea constituie *zonele medii de confort termic.*

Zona de confort într-un înţeles şi mai larg este delimitată de o limită superioară şi una inferioară, dincolo de care sută la sută din persoanele folosite în experimentări au senzaţia de cald şi respectiv de frig. În cadrul zonei de confort termic nu trebuie să fie perceput nici cald nici rece, specifică fiind senzaţia de *neutralitate termică.*

Zona de confort termic este desigur o noţiune relativă, de aceea ea se fixează în limite mai largi, ca în cadrul ei în funcţie de diferiţi factori care influenţează confortul să se adapteze microclimatul unei încăperi.

Spre exemplu, în sezonul de *iarnă* limitele erau pentru SUA de 17,2 şi 21,7°C, pentru Anglia de 13,9 şi 17,2°C, pentru URSS de 15,0 şi 23,0°C (temperatură echivalent efectivă).

Zona de confort termic *vara* are o valoare mai ridicată decît iarna ; spre exemplu, în aceleaşi ţări (tot în grade de temperatură echivalent efectivă) limitele zonei de confort erau : de 18,9 şi 25,0°C în SUA, de 20,0 şi 22,8°C în Anglia, şi de 18,0 şi 28,0°C în URSS. Această diferenţă este dată de adaptarea sezonieră la cald din timpul verii ca şi de specificul îmbrăcămintii.

Limitele zonei de confort termic depind, aşa cum am arătat şi în exemplele de mai sus, desigur şi de latitudinea geografică cu caracteristicile ei climatice. În zonele mai reci cei adaptaţi la frig vor prefera temperaturi mai scăzute şi în încăperile de locuit, de lucru, sport etc.

Felul de alimentaţie şi îmbrăcăminte a populaţiei constituie de asemenea un factor local care influenţează limitele zonei de confort termic în mod diferit de la ţară la ţară, de la zonă la zonă. În încăperile de muncă în care se depune efort fizic, zona de confort termic include o temperatură redusă cu 2—3°C decît în cele în care activitatea este statică, deoarece, aşa cum s-a văzut, efortul fizic se asociază cu producerea de căldură, care — pentru a nu produce hipertermia corpului — trebuie să se elimine într-un mediu ce permite accelerarea pierderii de căldură.

Aşadar, *zona de confort termic prezintă o serie de variabile ce ţin de individ, zona geografică şi climatică, alimentaţie, tradiţia îmbrăcămintii, destinaţia spaţiului pentru muncă sedentară sau efort fizic etc.*

Este de remarcat însă că în ţara noastră, spre deosebire de alte ţări cu climă asemănătoare, zona de confort termic era mult mai ridicată. Diferenţa ţine de obişnuinţa mai veche a poporului nostru. S-a preferat cumva încălzirea din plin a încăperilor destinate locuitului sau activităţii sedentare, în locul unui regim de economisire a combustibilului de care în ţara noastră nu s-a dus lipsa din alte ţări ale lumii. De asemenea, în trecut, faţă de alte ţări, în România burghezo-moşierească nu a existat preocuparea pentru călirea organismului fiecărui cetăţean prin activităţi sportive de masă. Acest lucru îl realizează azi mişcările sportive de masă ca „Daciada" şi în general cadrul de viaţă demnă al oamenilor muncii din România socialistă, în care sportul şi educaţia fizică în general, ocupă un loc de cinste.

Este bine că azi în ţara noastră s-au realizat condiţii ca fiecare să-şi poată căli organismul prin sport, să devină mai rezistent la ambianţe termice mai puţin calde, în-

trucît penuria de combustibil care se simte actualmente în lume a dus la măsuri cu privire la reducerea temperaturii aerului din încăperi și în țara noastră. Standardele de încălzire a locuințelor au fost revizuite. Spre exemplu, s-a scăzut cu 2°C temperatura de încălzire iarna, respectiv de la 20°C la 18°C (stas 1907/1979). Nu este o scădere foarte importantă, deoarece, așa cum arătam, ne găseam într-un serios surplus al încălzirii locuințelor față de multe țări cu condiții climatice asemănătoare.

De altfel, dată fiind problema combustibilului în lumea întreagă, și în alte țări mult mai dezvoltate economic decît sîntem noi în prezent, s-a luat de asemenea hotărîrea să se reducă încălzirea cu 1—2°C.

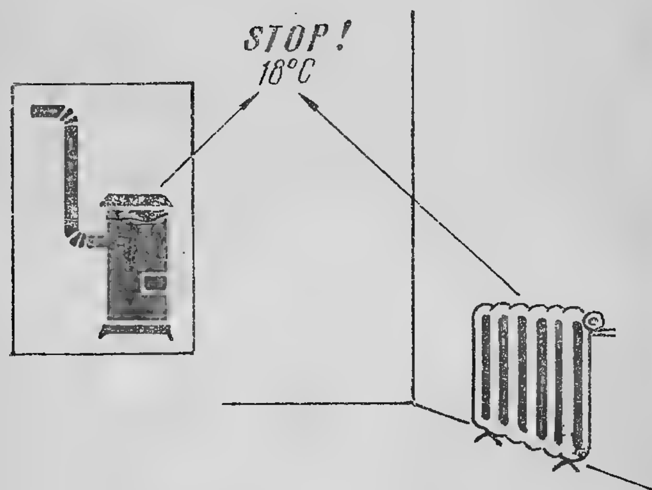


Fig. 28. — Indiferent de tipul de încălzire al încăperilor de locuit temperatura aerului să nu depășească 18° C.

Concomitent *locatarii* sînt sfătuiți *să-și reducă pierderile de căldură din casele lor* prin diferite soluții pe care vi le propunem și dumneavoastră.

Astfel *izolarea ușilor și ferestrelor* economisește 6—8% din căldura necesară încălzirii camerei. La ușile de intrare în apartamente se recomandă montarea de bureleți textili. Ferestrele trebuiesc bine chituite și etanșeizate cu benzi elastice compresibile de tip purfix. Geamurile vor fi neapărat duble, deoarece pentru un geam simplu pe vreme geroasă se pierde în jur de 20% din căldura camerei.

Întrucît 40% din căldura încăperilor se pierde prin pereți, pentru a reduce această modalitate de răcire a camerelor *se poate aplica la interior o tencuială specială* cu granule de polistiren celular și perlit *sau se pot folosi panouri cu proprietăți termoizolante*. Se recomandă totodată *etanșarea rosturilor* dintre tocul ferestrei și zidărie și eventualelor rosturi pe peretele exterior, la îmbinarea panourilor etc.

Mai menționăm că *izolarea față de sol* realizează o economisire a încălzirii camerelor în jur de 10% dacă locuința este fără etaj, adică cu podeaua direct pe sol.

În unele locuințe *conductele calde* ce merg la corpurile de încălzit sau baie nu sînt izolate în zid pierzîndu-se din căldură pe traiectul lor. De aceea *se recomandă o izolare a lor* prin îngroparea în zid sau învelirea cu substanțe izolante ca vata de sticlă, fetru etc.

Caloriferele trebuie spălate periodic în scopul îndepărtării sedimentelor de pe pereții interiori și a golurilor de aer, ceea ce permite o încălzire mai uniformă a lor și ca atare mai eficientă.

În cazul că fiecare își asigură încălzirea casei este necesară *revizuirea periodică anuală a instalațiilor de ardere și încălzire*. Întreținerea corectă a instalațiilor de încălzire aduce o economisire cu 20% a combustibilului.

În sfîrşit, ar mai fi de adăugat că este economicos ca *în timpul nopții*, cînd corpul nostru este învelit, temperatura aerului din cameră să scadă la 16—17°C. *Coborîrea temperaturii cu 1°C realizează o economie de energie de circa 7%*. De aceea ideal este ca toate corpurile de încălzit să aibă dispozitive de reglare automată a temperaturii după orele zilei.

Avînd în vedere că sursele tradiționale de material energetic pentru încălzit se pot epuiza, se încearcă să se obțină alte modalități de obținere a energiei necesare încălzirii locuințelor. Aceasta se referă în special la modalitățile de *înlocuire a energiei calorice clasice* obținute din cărbune, gaze naturale, petrol, *cu cea dată de către radiația solară*. Cercetarea științifică românească a obținut remarcabile progrese pe plan mondial în acest sens. Republica Socialistă România se situează printre primele țări din lume care dispun de o înaintată bază experimentală de încălzire solară a blocurilor de locuințe.

Dar chiar cînd încălzirea locuințelor va deveni o problemă ieftină la îndemîna oricui, nu trebuie să se treacă la băi de aer cald, în care greşit omul s-ar complace conform ancestralelor sale condiții de locuitor foarte îndepărtat al podişului Pamir din care a descins. Azi el nu-şi mai poate, în mod logic, înrăutăți schimbul termic al organismului, supraîncălzind ambianța spațiilor construite în care trăieşte în majoritatea timpului, numai pentru că senzația de cald a fost în trecutul său îndepărtat modul în care a perceput valoarea termică a ambianței.

Mult mai sanogenetic este a nu percepe mediul nici cald nici frig, adică ne găsim în zona de neutralitate termică. Aşa cum am arătat de la începutul lucrării, constanța temperaturii corpului uman, condiție a vieții, se poate obține în limitele destul de largi ale parametrilor termici ai

ambianței ce ne înconjoară, dar cu eforturi costisitoare din partea organismului, prin angrenarea prea intensă în termoreglare a funcțiilor de bază ale organismului. Prin investigații științifice obținute în timp, omul cunoaşte azi exact care este ambianța termică optimă pe care trebuie să şi-o realizeze ca această termoconstanță a corpului său, să nu coste eforturi suplimentare.

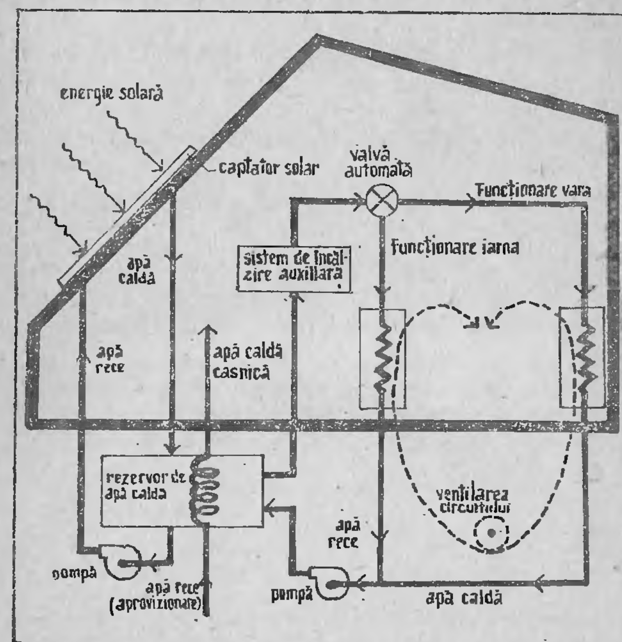


Fig. 29. — Schema unei case solare, cu instalații de încălzire şi de răcire a ambianței, prin energie solară (reprodusă din „Să ieşim din epoca risipei" — Al patrulea raport al Clubului de la Roma, Paris, **Dunod, 1976.**

Baia de aer cald, în care mulţi credeau că trăind iarna sînt în condiţiile cele mai excelente de bunăstare din punct de vedere termic pentru organism, era o greşeală.

Mai degrabă, să nu ne temem de cele 2—3°C cu care azi, pe baza unor criterii economice, se cere să răcim ambianţa caselor şi multora din locurile noastre de muncă, întrucît, aşa cum s-a argumentat cu certe date ştiinţifice, *organismul rezistă mai bine la frig decît la cald.*

TABLA DE MATERII

Redactor de carte : Dr. *ALEX. SCUREI*
Tehnoredactor : *VIOLANDA LEORDEANU*

Bun de tipar : 7.XII.1981.
Formatul : 32/70×100
Hîrtie : Scris I A 70×100/44,1
Coli de tipar : 3,5



Tiparul executat sub cd. 271 la
Întreprinderea poligrafică Iaşi
str. 7 Noiembrie nr. 49.

MEDICINA PENTRU TOȚI

2

EDITURA MEDICALĂ

Lei 2,60